مقدمة فى بحوث العمليات والعلوم الإدارية

دكتور

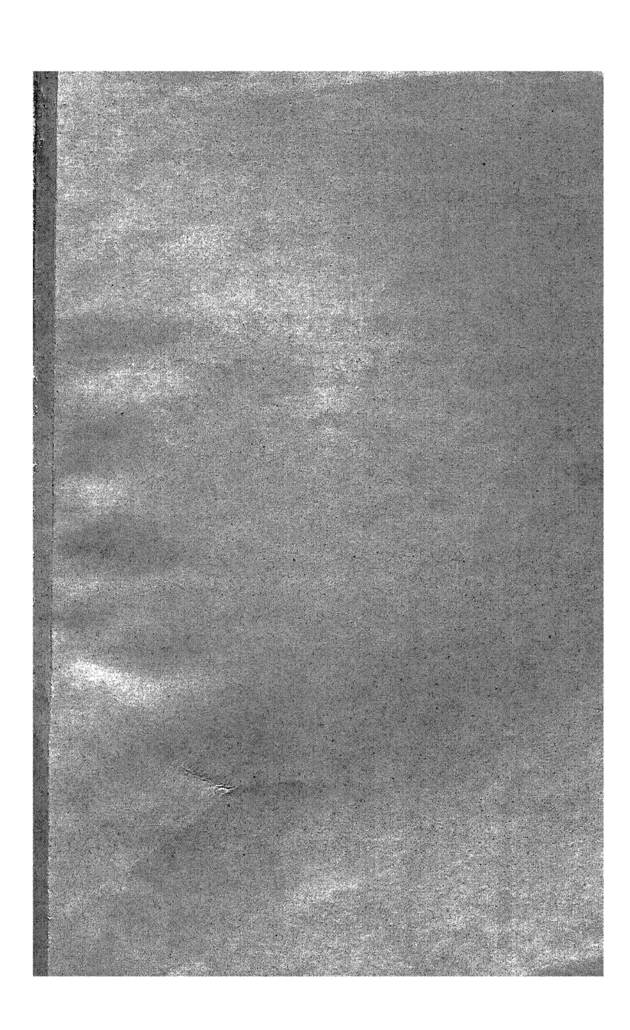
احمد فهمى جلال

دكتوراه فى إدارة الأعمال
جامعة لانكستر (انجلترا)

كلية التجارة - جامعة القاهرة



ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربى



مقدمة فى بحوث العمليات والعلوم الإدارية

دكتور

احمد فهمى جلال

دكتوراه فى إدارة الأعمال
جامعة لانكستر (انجلترا)

كلية التجارة - جامعة القاهرة

ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربى

بسم الله الرحمن الرحيم



الإهـــــداء

إلى ذكرى استشهاد شقيق

الرائد / موسى جلال

يوم ٩ أكتوبر عام ١٩٧٣ في حرب أكتوبر المجيدة

تقـــديم

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم – بأسلوب مبسط إلى حد كبير – المداخل الرئيسية الحديثة فى عملية اتخاذ القرارات .

يشمل هذا الكتاب المداخل الرئيسية لاتخاذ القرارات فى ظل ظروف عدم التأكد Uncetainty وأيضاً ظروف التأكد Certaintv . هذه المداخل تكون الجزء الرئيسى من العلم والمعرفة الذى ينموا ويتطور بشكل سريع والذى يسمى بالعلوم الإدارية Management Sciences ، وتمثل بحوث العمليات Operations Research وتحليل النظم Systems Analysis الأجنحة الرئيسية لهذا العلم .

ولعلنا الآن فى حاجة شديدة وماسة إلى استخدام الأسلوب العلمى فى إدارة أعمالنا خصوصاً أن مشروعاتنا تعمل الآن فى بيئه Environment تتميز بدرجة عالية من التغيير Ghangeability والتعقيد Complexity مما يستدعى الأمر إلى الاستعانة بالأدوات التى يمكن استخلاصها من هذا العلم المتطور الحديث والذى يسمى بالعلوم الإدارية .

ولقد راعيت هدفين نصب أعينى عند كتابة هذا الكتاب . الهدف الأول وهو أكاديميا وذلك بعرض النواحى العلمية والأسس الأكاديمية للوسائل المختلفة وأدوات بحوث العمليات وأيضاً أخذت فى الاعتبار النواحى التطبيقية لهذا العلم وذلك حتى يمكن الاستفادة منها فى التطبيق العلمى .

يبدأ الكتاب بعرض سريع لماهية بحوث العمليات وإعطاء مجموعة من المواقف الميدانية التى يمكن استخدام فيها الأدوات المختلفة لهذا العلم . ويأتى فى الفصل الأول عرض مبسط لنظرية القرارات Decisions Theory وهى تمثل عملية اتخاذ القرارات فى ظل ظروف عـــدم التأكد Uncertainty وفى الفصل الثانى نقدم للقارىء أسلوبا يمكن استخدامه فى ظل ظروف التأكد Cerainty

هذا الأسلوب يسمى البرمجة الخطية Linear programming . ويحتوى الفصل الثالث على عرض لأسلوب تحليل شبكات الأعمال Net—work Analysis ويضم كلا من أسلوب PERT وأسلوب CPM ، وفى هذا الفصل يتم تحديد الاستخدامات الممكنة لكلا من هذين الأسلوبين به ويشمل الفصل الرابع على عرض لنظرية خطوط الانتظار Wairing Lines Theory واستخداماتها المديدة . وفى الفصل الخامس نقدم أسلوب المحاكاة Simulation Techniques كوسيلة إضافية للتنبؤ واتخاذ القرارات Prediction & Decision Making وفى الفصل السادس أقدم للقارئ نظرية المباريات Games Theory. وفى الفصل السابع والأخير تم عرض بأسلوب مبسط موضوع تحليل النظم .

ولقد تم تزويد الكتاب بمجموعة من المشاكل والأمثلة وذلك لكى توضح الإجراءات المختلفة المتبعة عندحل مشكلة معينة بواسطة أسلوب معين من أساليب بحوث العمليات . روعى فى هذه المشاكل والأمثلة أن تكون مبسطة إلى حد كبير ، كل منها يمكن أن تمتد وتكبر لكى تشابه وتماثل المشاكل السائدة فى الحياة العملية ، ويجب أن نوضح للقارئ أن هذه الإجراءات تنطبق على المشاكل البسيطة المقدمة فى هذا الكتاب كما أنها تنطبق بنفس الطريقة على المشاكل المعقدة والخاصة بالحياة العملية . ولقد راعيت أن تكون هذه الأمثلة من المجالات الوظيفية الخاصة بالمشروع من إنتاج وتسويق وتمويل الخ .

وأود أن أسجل شكرى وامتنانى إلى أستاذى الفاضل الدكتور عاطف عبيد رئيس قسم إدارة الأعمال بالكلية ، على ما قدمه لى من تشجيع وتأييد ومعاونة صادقة فى سبيل تأليف هذا الكتاب

وما التوفيق إلا من عند الله

احمد فهمى جلال

القاهرة فى أكتوبر ١٩٧٩

الفهرس المختصر



مقـــــــدمة

فى خلال القرن الأخير ، اتسم ميدان الأعمال بصفة عامة ومجال الصناعة بشكل خاص باتجاه نحو تطبيق الأساليب العلمية فى حل المشاكل المختلفة . على أى حال فكرة استخدام هذه الأساليب فى إدارة الأعمال ليست حديثة . فمثلا يرجع تاريخها إلى الأيام الأولى للثورة الصناعية . مثال ذلك الجهود الخاصة بفريدريك تايلور من خلال حركة الإدارة العلمية حيث سعى إلى إحلال الأسلوب العلمى محل أسلوب التجربة والخطأ التى كان يعتمد عليها فى اتخاذ قراراته ؛ لقد كانت أساليب الإدارة العلمية فى عهد تايلور تنحصر فى دراسة الحركة والزمن وتحديد معدلات الأداء . فى السنوات الأخيرة — مع تعقد أعمال المشروعات — أصبح من اللازم أن تتجه جهود الباحثين إلى استخدام أساليب علمية أكثر تقدما لحل مختلف أنواع المشاكل . مجموعة هذه الأساليب العلمية المستخدمة فى حل المشاكل الإداريه يطلق عليها بحوث العمليات (Operations Rasarch) أو OR

لقد حدث التطور الأولى لبحوث العمليات خلال الحرب العالمية الثانية فى انجلترا وتم نقله سريعا إلى الولايات المتحدة . هذه البداية حدثت فى إطار عسكرى ، بعد انتهاء الحرب تحركت بحوث العمليات لتستخدم فى الأعمال ، والصناعة والحكومة المدنية ، هذه الحركة كانت بطيئة فى الولايات المتحدة بعكس الحال فى انجلترا غير أنه فى عام ١٩٥١ إنتشر تطبيق بحوث العمليات فى الولايات المتحدة ومنذ ذلك الحين تم تطور بشكل سريع فى هذا المجال .

يشير لفظ بحوث العمليات إلى خصائص الفريد لهذا العلم . من أهم هذه الخصائص أن هذا العلم يختص بالمشاكل التطبيقية الخاصة بالواقع العملى .

وبالتالى فان استخداماتها تتصف بالعمومية ، أى يمكن تطبيقها فى ميادين مختلفة طالما أن هناك أكثر من بديل لحل المشكلة الإدارية فان بحوث العمليات يمكنها أن تساهم فى حل هذه المشكلة وذلك بتقـــديم بيانات للإدارة يمكن

استخدامها فى اختيار الحل الأمثل . فى سبيل تحقيق ذلك هناك عدة خطوات لابد من اتباعها :

١ — تحديد المشكلة .
٢ — جمع البيانات اللازمة المتعلقة بالمشكلة .
٣ — تحليل البيانات وذلك لبناء نموذج Model يعبر عن الموقف موضع البحث .
٤ — استخلاص حل من النموذج .
٥ — مراجعة النموذج لتقدير النتائج تحت مختلف الظروف .
٦ — اختيار الحل الأمثل .
٧ — مراجعة مستمرة لفاعلية النموذج فى ضوء بيانات جديدة .
٨ — وضع النموذج موضع التطبيق — التنفيذ .

يلاحظ أن هذه الخطوات (تمثل قلب بحوث العمليات) يمكن تطبيقها فى أى موقف تواجهه مشكلة اختيار أحد البدائل أو بمعنى آخر اتخاذ القرار . فمثلا مجال بحوث العمليات يشمل مستوى الفرد فى التنظيم وكذلك التنظيم ككل . أيضاً يمكن تطبيق بحوث العمليات فى ميادين مختلفة مثال ذلك النواحى العسكرية مجال الصناعة ، التجارة ، النقل . . . إلخ .

يشير لفظ بحوث العمليـــات إلى خاصية أخرى وهى متعلقة بالعمليات المستخدمة فى حل المشاكل الإدارية المختلفة . هذه العمليات مختلفة ومتنوعة ، حتى أنه يمكن أن يقال أن الفريق القائم بمهمة بحوث العمليات يتكون عادة من خبرات متعددة (علماء الرياضة — المنطق — الاقتصاد — الإدارة — الإحصاء) .

تعريف بحوث العمليات :

لقد عرفها الكاتب القصصى المشهور « آثر كلارك » بأنها فن كسب الحروب بدون معارك — هذا مما لاشك فيه يعكس فقط نجاح بحوث العمليات فى الحرب العالمية الثانية ولكنه لا يعنى كثيراً فى مجال إدارة الأعمال .

ويعد التعريف الخاص بنشر شمان أكوف ، أرنوف ، مفيدا إلى حد كبير . لقد عرفوها بأنها تطبيق الأساليب العلمية للمشاكل الخاصة بالنظام System وذلك لإمداد الإدارة بحلول مثلى لهذه المشاكل .

ومما لا شك فيه فان أهم ما فى هذا التعريف هو « حلول مثلى المشكلة »(١) وهذا يعكس طبيعة هذا العلم .

أمثلة لأساليب بحوث العمليات :

لنفهم طبيعة وخصائص بحوث العمليات ينبغى أن نتعرض إلى شرح أساليب بحوث العمليات وطبيعة المشكلات التى تعالجها هذه الأساليب .

١ — نظرية القرارات : Decisions Theory

تعد عملية اتخاذ القرارات جوهر وقلب وظيفة الإدارة وكلما زادت درجة تعقيد البيئة التى تعمل فيها الإدارة كلما زادت أهميه عملية اتخاذ القرارات . والقرار يتعلق بالمستقبل ، وبالطبع فان المستقبل غير مؤكد وكلما زادت درجة تغير البيئة التى تعمل فيها كلما زادت درجة تعقيد عملية اتخاذ القرارات . وعملية اتخاذ القرارات عبارة عن اختيار أحد البدائل الذى يعد أحسن بديل من وجهة نظر متخذ القرار وبالتالى لابد من معرفة أولا ما هى البدائل المتاحة ثانيا قدرة كل بديل على تحقيق أهداف متخذ القرار ومن هنا لابد من تحديد مجموعة من المعايير التى بناء عليها يتم المقارنة بين هذه البدائل . ومما لا شك فيه إذا أمكن تحديد البدائل ، تحديد النتائج المتوقعة من كل بديل فان عملية اتخاذ القرارات تكون بسيطة وسهلة جداً . ولكن هذا ليس منوالا للحياة العملية التى تتميز بما يلى :

— كثيراً ما لايمكن تحديد جميع البدائل الممكنة .

— كثيراً ما لايمكن تحديد جميع المتغيرات والعوامل المؤثرة فى الموقف .

---

(١) Churchman, C — W., et al. Introduction to Operations Research Wiley, 1957.

— كثيراً ما يصعب التنبؤ بسلوك هذه المتغيرات والعوامل فى المستقبل .

— كثيراً ما لا يمكن التعبير عن هذه العوامل والمتغيرات فى شكل رقمى .

نتيجة لذلك ظهرت نظرية القرارات التى تهدف إلى تمكين الإدارة من اتخاذ القرار فى ظل الظروف التى تتميز بالتغيير وعدم التأكد .

٢ — البرمجة الخطية : Linear Programming

تعتبر البرمجة الخطية أكثر أساليب بحوث العمليات استخداما . كثيراً ما يصطدم المدير بموقف يتطلب منه أن يفاضل بين عدة بدائل مختلفة (يتخذ قرار باختيار أحد هذه البدائل) وفى نفس الوقت ليس متأكدا أن البديل الذى سيختاره هو الأحسن . فى العادة أن تقرير اختيار بديل معين له تأثير على ناحية مادية التى هى إما أن تقلل إلى أقل حد ممكن (فى حالة التكاليف) أو يتم تعظيمها إلى أقصى حد ممكن (فى حالة الربح) . الأسلوب الذى يستخدم فى معرفة الحل الذى يؤدى إلى تعظيم الربح أو تقليل التكاليف إلى أقل حد ممكن يسمى بالبرمجة الخطية . لنأخذ المثال الخاص بإحدى الشركات التى تقوم بانتاج ثلاثة أنواع مختلفة من أقلام الرصاص فى أربع مصانع من نفس المواد الخام ، لكى نتفهم طبيعة أسلوب البرمجة الخطية . فمثلا إذا كان يتم صنع الأنواع الثلاثة من الأقلام الرصاص على خطوط إنتاج مختلفة فليس هناك أى مشكلة خاصة بتقدير كمية المنتج من كل صنف . أيضا إذا كانت المواد الخام متوفرة بدون أية قيود فانه من الممكن أن يتم تقدير مستوى الإنتاج بدون النظر إلى كمية الجرافيت أو الخشب المستخدمة ، وأيضا إذا كان من الممكن أن يتم إمداد العملاء بما يحتاجونه من أقلام الرصاص من المصانع القريبة لهم ، فليس هناك أى مشكلة خاصة بالتوزيع ، على أى حال ، أنه من الشائع أن هذه الظروف المثلى قليلة الحدوث . فمثلا كمية الجرافيت الكلية التى تحتاجها الشركة قد تكون محدودة وبالتالى لابد أن يتم تخصيصها الأنواع المختلفة لأقلام الرصاص بحيث تحقق أكبر ربح ممكن ، أيضا قد لا يمكن لأحد المصانع أن يشبع حاجة العملاء فى منطقته وبالتالى لابد من إمدادهم من الانتاج الخاص باحدى المصانع البعيدة . هذه المشاكل تتصف بأن هناك موقف معين فيه يتطلب الأمر تخصيص موارد

محدودة فى استخدامات متنافسة بحيث ينتج فى النهاية أكبر كفاية ممكنة . ولقد ذاع استخدام البرمجة الخطية فى معالجة الأنواع التالية من المشكلات الإدارية .

- استخدام الموارد المحدودة استخداماً فعالا .
- مشاكل النقل
- تحقيق المزيج الأمثل من المواد الخام لإنتاج منتج معين .
- تحديد الكمية المثلى الواجب إنتاجها من الأصناف المختلفة
- تقسيم العمل بين عدة أقسام أو وحدات فى التنظيم .
- توزيع المسئوليات على الأفراد .
- تحديد أمثل لجداول الإنتاج .
- تحديد سياسة الشراء .
- الاستخدام الأمثل لوسائل الإنتاج .
- توجيه المنتجات إلى أكثر الأسواق ربحية وأهمية .
- اختيار موقع المصانع ، الإدارات ، المخازن .

٣ — تحليل شبكات الأعمال : Net — Work Analysis

يعد أسلوب تحليل شبكات الأعمال من أهم الأساليب الحديثة فى مجال تخطيط ومتابعة البرامج خصوصاً فى الظروف التى تتميز بوجود نقط متعـــددة من الاختناقات Bottlenecks فى هذه الظروف تبرز الحاجة إلى أسلوب تحليل شبكات الأعمال كوسيلة لابراز نقط الاختناق مقدماً وبالتالى يتم تخطيط العمليات والأنشطة بشكل يضمن علاج هذه الاختناقات وإجبار الادارة على التفكير المسبق فى كل جوانب المشروع قبل التنفيذ ، تحليل شبكات الأعمال يمكن الادارة من وضع أساس واضح للتخطيط فى المشروع وكذلك تحديد نقط الاختناقات التى تهدد المشروع بعدم الوفاء بالتزاماته تجاه الغير (مواعيد تسليم الانتاج للعملاء) وبالتالى يمكن من تحديد مواعيد الارتباطات بشكل أكثر دقة من مجرد الاعتماد على التخمين أو الخبرة السابقة التى لا تأخذ ظروف المستقبل واحتمالات التغيير فى الحسبان .

يعتمد عموماً أسلوب تحليل شبكات الأعمال على طريقتين :

(أ) طريقة المسار الحرج Critical Path

(ب) طريقة بيرت (P.E.R.T)

Program Evaluation aud Review Technique

الخطوة الأولى فى تحليل شبكات الأعمال هى تحديد شبكة العمليات الضرورية لاتمام وظيفة معينة ، إنتاج منتج معين ، أو تحقيق هدف معين . (Network).

الخطوة الثانية هى تصوير العلاقات بين العمليات فى شكل Diagram يتم فيه التفرقة بين الأحداث Events والأنشطة Activies . يتم التعبير عن الأنشطة بواسطة أسهم والتعبير عن الأحداث بواسطة الدوائر .

الخطوة الثالثة هى تحديد الأنشطة الحرجة (النشاط الذى يمنع البداية المبكرة لأنشطة أخرى) بمعنى آخر لا بد أن يتم إتمام هذا النشاط الحرج ثم بعد ذلك تبدأ عملية تنفيذ الأنشطة الأخرى .

الخطوة الرابعة هى تقييم البرنامج ومعرفة التكلفة الكلية .

الخطوة الخامسة محاولة عمل تعديلات فى الخطة — التأثير على الأنشطة الحرجة والعمل على تقليل الوقت اللازم لاتمامها وأثر ذلك على بقية الأنشطة ودراسة التكاليف فى كل حالة .

الخطوة السادسة اختيار البرنامج الأمثل .

٤ — نظرية الصفوف : Queuing Theory

الصف هو خط انتظار . الصفوف يمكن ملاحظتها عند شبابيك السينما ، محطات الأتوبيس . . . إلخ . نظرية الصفوف تسعى إلى تقليل الوقت الذى ينتظره العملاء وأيضاً تقليل الوقت الضائع فى مراكز العمل ولها استخدامات عديدة فى عدة ميادين منها :

- الاتصالات (التليفون — التلغراف — البريد)
- النقل (الجوى — البرى — البحرى)

- الخدمات (المسارح — المطاعم — الأتوبيسات — المستشفيات — محطات البنزين) .
- التخزين والعمليات الصناعية (الصيانة — خطوط التجميع)

وتظهر الصفوف أو خطوط الانتظار (الطوابير) فى حالة إذا كان معدل وصول العملاء (طالبي الخدمة) سريعاً بدرجة تفوق معدل أداء الخدمة للعميل الواحد ، لذلك سيضطر بعض العملاء للانتظار . أيضاً تظهر مشكلة خطوط الانتظار إذا كان معدل أداء الخدمة أسرع من معدل وصول العملاء ، فى هذه الحالة تصبح بعض وحدات تأدية الخدمة عاطلة أى أنها تكون هى بذاتها خطا الانتظار . فى كلا الحالتين (انتظار العملاء أو انتظار وحدات الخدمة) تمثل مشكلة بالنسبة للإدارة . فإن إنتظار وحدات الخدمة معناه وحدات عاطلة وبالتالى تمثل تكلفة لاضرورة لها . أيضاً إنتظار العملاء قد يؤدى إلى انصرافهم عن طلب الخدمة ، وعلى ذلك فان هدف الادارة فى علاج مشكلات الانتظار أن تصل إلى الموقف الأمثل الذى يحقق خفضاً فى وقت الانتظار لكل من العملاء ووحدات تادية الخدمة فى نفس الوقت .

- — التماثل أو المحاكاة : Simulation

التماثل هو بناء نموذج يمثل الواقع ، هناك عدة أنواع من النماذج :

١ — نموذج لموقع المصنع وتصميمه داخلياً . Layout

٢ — نموذج رياضى . Mathmatical model

٣ — نموذج لتصرف معين . Behavioural model

يمكن ... وب التماثل من دراسة مواقف معينة قبل تنفيذها فعلا وبالتالى يمكن دراسة أثر التغيير فى النموذج بدلا من تنفيذها فى الواقع العملى . أيضاً أسلوب التماثل يعطى نتائج سريعة بدلا من الانتظار حتى نحصل على نتائج واقعية .

٦ — المباريات : Games

فى مجال المنافسة تتوقف فاعلية أى قرار لاحدى الأطراف على القرارات التى تتخذها الأطراف الأخرى ، فقد تنخفض فاعلية قرار أو خطة تضعها منشأة ا بسبب القرارات التى تتخذها منشاة ب . ومما يزيد من العملية تعقيداً أن تصرفات المنشاة ب تكون غير معلومة للمنشاة ا . أسلوب المباريات كاحد أساليب بحوث العمليات يطبق فى مثل هذه الميادين .

٧ — تحليل النظم Systems Analysis

يمكن النظر إلى منظماتنا Organisations على أساس أنها مجموعة متداخلة من النظم Interdepndent Systems خلقت لكى تحقق للإنسان أهدافه . ولما كنا نعيش فى عالم يتسم بالتغير والتجديد والتعقيد فإننا فى حاجة إلى مجموعة من الأساليب لكى تساعدنا فى تحليل النظم التى نعمل فيها بهدف تحسينهاورفع كفاءتها وبالتالى تحقيق أهدافنا بطريقة أحسن .

إن كل منظماتنا سواء كانت الرسمية أو الغير رسمية تحتاج إلى مجموعة من النظم والاجراءات لكى تحقق أهدافها . سواء كانت مستشفى ، أو جمعية تعاونية ، أو بنك . . إلخ فان كل ذلك يحتاج إلى نظم ومجموعة من الاجراءات لكى تنفذ عملياتها اليومية ومن ثم تحقق أهدافها . يهدف تحليل النظم إلى تحقيق مجموعة من التطوير فى المجالات الآتية :

— تصميم النماذج المستخدمة فى العمل .

— إجراءات العمل

— تسجيل وحفظ البيانات .

— تقارير الرقابة .

— التنظيم الداخلى للمكاتب .

— تبسيط العمل والاجراءات .

تاريخ بحوث العمليات :

History of operations Research

يمكن إرجاع بداية عمر بحوث العمليات إلى الحرب العالمية الثانية . فى ذلك الوقت قامت الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا بتوظيف مجموعة من علماء الرياضة والطبيعة لكى يقوموا بتحليل مجموعة من العمليات العسكرية . لقد ظهرت الحاجة إلى هذا الفكر الجديد (بحوث العمليات) نتيجة التقدم الهائل فى تطور الأسلحة ونظم الحرب وكذلك الضغط الشديد والتوتر الذى تتسم به الحروب الحديثة . فمثلا كان ذلك بدء عهد ظهور أجهزة الرادار والأسلحة بعيدة المدى . وبالتالى كان لابد من ظهور بحوث العمليـــات التى تقوم بالاستخدام الأمثل لمثل هذه الأجهزة والنظم . ولـكن أظهرت بحوث العمليات نجاح منقطع النظير فى كثير من المواقف الحربية فيما يتعلق بالتخطيط وتوزيع القوات العسكرية وبصفة خاصة فى حروب الغواصات .

وبعد انتهاء الحرب ، كثيراً من العاملين فى بحوث العمليات فى النواحى العسكرية أظهروا اهتمامات لتطبيق بحوث العمليات فى تحليل كثير من المشاكل المتصلة بالحياة المدنية (ميدان الأعمال الصناعى ، التجارى) وخصوصا فى مجال اتخاذ القرارات أدى ذلك إلى قيام كثير من المنشآت فى إعداد بعض العاملين فيها للعمل فى مجال بحوث العمليات كما أن كثير من الجامعات فى إعداد الدراسات العليا فى بحوث العمليات كما أن كثير من مراكز التدريب بدأت برامج كاملة متخصصة فى أساليب بحوث العمليات .

ولقد أدى استخدام الحاسبات الآلية والـكمبيوتر إلى تسهيـــل تطبيق واستخدام بحوث العمليات وانتشار استخدامها فى حل مشاكل الأعمال المعقدة.

النماذج واتخاذ القرارات :

Models and Decision—Making

كل موقف يحتاج إلى اتخاذ قرار يشمل مجموعة من البدائل . بحوث العمليات تختص بتحديد واختيار البديل الذى يحقق أهداف من يتخذ القرار وفى نفس الوقت هذا البديل يتميز على جميع البدائل الأخرى . وبالتالى فان أول

خطورة تتعلق بتحديد البدائل المتاحه وأيضاً الأهداف المرجو تحقيقها . بعد ذلك نبدأ بحوث العمليات فى المقارنة بين هذه البدائل من حيث قدرتهم على تحقيق الأهداف المرجوا تحقيقها بواسطة من يتخذ القرار . وهناك عدة معايير لكى تتم على أساسها المقارنة بين هذه البدائل المتاحه ، منها المعايير التقليدية مثل الربح والخسارة .

وعموماً لكى تتم هذه المقارنة لابد من التعبير عن المشكلة موضع البحث فى شكل نموذج رياضى Mathematical Model . هذا النموذج يتكون من مجموعة من المتغيرات Vaviables ، هذه المتغيرات ترتبط مع بعضها فى شكل مجموعة من المعادلات الجبرية التى تعكس أهداف متخذ القرار وأيضاً مجموعة القيود على البدائل المتاحة لحل المشكلة .

لنفرض أن هناك مشكلة بسيطة فى الرقابة على المخزون وذلك لكى نقدم شرحاً للنماذج الرياضية .

الهدف : تحديد الكمية الاقتصاديه للشراء بحيث تتحمل المنشأة أقل تكلفة ممكنة .

النموذج الرياضى :

التكاليف الكلية = تكاليف أوامر الشراء + تكاليف التخزين + تكاليف الشراء

∴ الهدف هو تقليل التكاليف الكلية = $\left(\frac{1}{ك}\right) \times س + \left(\frac{ك}{2}\right) \times ت هـ + ت \times 1$

حيث

ك = الكمية الإقتصادية الشراء

وهنا (ك) يمكن أن تأخذ قيم متعددة (بدائل) مثلا

صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ..... ، ١٠٠ ، ١٠١ وهكذا

ا = عدد الوحدات المطلوبة سنوياً (يتم الوصول إلى ذلك عن طريق التنبؤ بحجم الأعمال) .

س = تكلفة أمر الشراء الواحد .

هـ = تكلفة التخزين

ت = تكلفة شراء وحدة واحدة

بالإضافة إلى ذلك فإن النموذج الرياضى يجب أن يبين عما إذا كان هناك مجموعة من المحددات أو القيود على القرار الذى يجب أن تتخذه . فمثلا نفرض أن إمكانيات التخزين محدودة ، لا يمكن أن تستوعب المخازن أكثر من ٣٠٠ وحدة . هذا الحدد أو القيد يمكن التعبير عنه كما يلى :

$$ك \leqslant ٣٠٠$$

وبالتالى فان هذا القيد يقوم بالتفرقة بين البدائل الممكنة Feasible alternatives والبدائل الغير ممكنة Infeasible alternatives كما يلى :

البدائل الممكنة وهى عندها $ك \leqslant ٣٠٠$ وحدة

البدائل الغير ممكنة وهى عندها $ك > ٣٠٠$ وحدة

أيضاً النموذج الرياضى يبحث عن البديل أو الحل الأمثل وهنا فى هذا المثال نبحث عن القيمة المثلى للمتغير (ك)

$$ك = \sqrt{\frac{٢ \, ا \, س}{ت \, هـ}}$$

لنفرض أن :

(س) تكلفة أمر الشراء الواحد ٤ جنيهات .

(ا) عدد الوحدات المطلوبة سنوياً ١٠٠٠ وحدة .

(هـ) تكلفة التخزين ٢٠٪ من قيمة المخزون .

(ت) تكلفه شراء الوحدة الواحدة ١ جنيه .

$$ك = \sqrt{\frac{٢ \times ١٠٠٠ \times ٤}{١ \times ٪٢٠}}$$

= ٢٠٠ وحدة

النماذج والواقع العملى :

Models and Reality

لكى نقوم بعمل تنبؤات سليمة واتخاذ قرارات جيدة بخصوص الواقع العملى ، فإنه يجب أولا ملاحظة الواقع العملى ملاحظة دقيقة بهدف تحديد المتغيرات والعوامل التى تؤثر فى هذا الواقع العملى . ثانيا يتم تحديد العلاقة بين هذه المتغيرات والعوامل كيف ترتبط بعضها البعض وكيف تؤثر ويتأثر بعضها ببعض .

فى المثال السابق نقوم بتحديد العوامل والمتغيرات المؤثرة فى القرار موضع البحث وهى :

١ — تكلفة أمر الشراء .

٢ — عدد الوحدات المطلوبة سنوياً .

٣ — تكلفة التخزين .

٤ — إمكانيات التخزين .

٥ — تكلفة شراء الوحدة الواحدة .

ثم بعد ذلك نقوم بدراسة العلاقة بين هذه العناصر وكيف ترتبط بعضها ببعض . يتم التعبير عن هذه العلاقات والتداخلات فى شكل :

(أ) متغيرات variables

(ب) ثوابت constants

(ح) معادلات equations

(د) لا معادلات inequalities

المتغيرات عبارة عن مجموعة العوامل التى يمكن أن تتغير قيمها . مثال ذلك عدد ساعات تشغيل الآلة يمكن أن يكون ساعة واحدة فى اليوم أو ساعتين أو ثلاث ساعات . . . . أو حتى ٢٤ ساعة .

الثوابت هى تلك مجموعة العوامل التى تظل ثابتة بدون تغيير . مثلا كمية الإنتاج الناتجة من تشغيل الآلة ساعة واحدة لا تتغير من ساعة إلى أخرى خلال فترة تشغيل الآلة .

فإذا فرضنا أن عدد ساعات العمل = س ، رقم الإنتاج فى الساعه عبارة عن ١٠ وحدات فإن مجمل الإنتاج = ١٠ س

هنا س عبارة عن متغير .

هنا ١٠ عبارة عن ثابت .

الباب الأول

نظرية القرارات

الباب الأول

نظرية القرارات

Decisions theory

تعد عمليات الإختيار واتخاذ القرارات من العمليات الشائعة والمألوفة جداً سواء فى خبراتنا كأفراد أو منظمات . تتضمن هذه الخبرات عوامل الشك حيث أنه غالبا ما نكون غير متأكدين من النتائج التى سنحصل عليها من اتباع حل من الحلول أو اختيار قرار من البدائل المعروضة لحل المشكلة موضع البحث . وبالطبع فإن الحكم على قرار معين بأنه جيد أو سيء لا يتأتى إلا بعد تنفيذه ومعرفة نتائجه . ومما لاشك فيه فإن هناك قرارات تظهر نتائجها بعد فترة قصيرة من اتخاذها وهناك أيضا قرارات أخرى لاتظهر نتائجها إلا بعد انقضاء فترة طويلة من اتخاذها وتطبيقها فى العمل . ولقد قام الأستاذ إلتو جاكس[1] Jaques, بتقسيم أنواع القرارات التى يتخذها الشخص طبقاً للفترة التى تمر قبل الحصول على معلومات ونتائج Feedback عن تطبيق هذه القرارات . ولقد قام بتسمية ذلك المؤشر Time Span — of Feedback . وبالتالى هناك قرارات نعرف نتائجها بسرعة وهناك قرارات لابد من ان تمر سنوات قبل أن نعرف عما إذا كانت القرارات سليمة أم لا ، وبالتالى قبل أن نعرف عما إذا كانت عملية اتخاذ القرارات كانت فعالة أم لا. ويمكن أن ننظر أيضا إلى أنواع القرارات من حيث درجة توافر المعلومات والبيانات والارشادات والتوجيهات عند اتخاذ القرار . هنا يمكن تقسيم القرارات إلى فئتين أساسيتين . النوع الأول من القرارات يتمتع بأنه يتعامل مع المواقف التى تتوافر فيها المعلومات والبيانات والإرشادات والتوجيهات وبالتالى فان عملية اتخاذ القرار تكون بسيطة وسهلة حتى أننا يمكن

---

(1) E.Japues, Measurement of Responsibility : Astudy of Work, Cambridge, Mass, Harvard University Press, 1956.

أن نسميها Routine Decisions أو حتى قرارات مبرمجة Programmed Decisions . هنا نلاحظ أن العوامل الشخصية والغير موضوعية للفرد أو المجموعة التي تقوم باتخاذ القرار تتدخل في عملية إتخاذ القرار تدخلا محدوداً . حتى أننا يمكن القول أننا نستطيع أن نعطى هذه البيـــانات مع الإرشادات للكمبيوتر أو أننا لو أعطيناها لعدة أفراد على أنفراد بشكل مستقل فإننا سوف نصل إلى نتيجة واحدة في عملية اتخاذ القرارات مهما اختلفت طبيعة وشخصية هؤلاء الأفراد . وعلى النحو الآخر هناك نوع آخر من القرارات التي يتسم بأنه يتعامل مع مواقف تتميز بعدم توافر بيانات واضحة جلية وإرشادات محددة يستعان بها في اتخاذ القرار . في مثل هذه المواقف يجب بل لابد من الاعتماد على حسن التصرف Discretion والحكم الشخصي Judgment وأيضاً التذوق Appreciation للفرد أو للجماعة متخذة القرار . في مثل هذه المواقف يصعب الاعتماد على الكمبيوتر حيث أن الكمبيوتر يحتاج إلى موقف واضح محدد بجلاء وأيضاً إذا أعطيت هذه المعلومات لعدة أفراد بشكل مستقل فإن كل منهم سوف يتخذ قرار مختلف نظراً لاختلاف قدراتهم الشخصية وباختصار هذا النوع من القرارات يعتمد على النواحي الغير موضوعية SubJective أو الشخصية Personal في اتخـــاذ القرارات ويمكن أن نسميه Non—Routine أو Discretionary Decisions وذلك لكي نميزه عن النوع الاول من القرارات. وهناك تقسيمات أخرى لأنواع القررارات التي يتخذها الافراد أو المنظمات مثلا القرارات المتكررة Serials أو الغير متكررة العارضة وهكذا .

ومن حيث معرفة النتائج المتوقع الحصول عليهـــا من اتخاذ قرار معين (اختيار حل معين من الحلول) فإن هناك نوعين من هذه القرارات :

١ — قرارات يمكن معرفة مقدما In advance وبكل تأكيد With certainty النتائج المتوقع الحصول عليها . بالطبع هنا عملية اتخاذ القرار تعد سهلة وبسيطة للغاية فكل ما تفعله هو فقط تحديد identifying القرار . أو الحل الذى يعطى أحسن النتائج ، في مثل هذه المواقف الخطأ الناجم من عملية اتخاذ القرار أقل ما يمكن بل يمكن القول أننا يمكن تفادى خطأ في عملية اتخاذ القرارات . (errors in decisions are essentially avoided)

٢ — قرارات لا يمكن معرفة مقدما وبشكل محدد Definite النتائج التى يمكن الحصول عليها من اتخاذ قرار معين أو اختيار حل من الحلول البديلة . أى أننا نرغب فى اتخاذ قرار (أحسن قرار) فى ضوء المعلومات المتاحة لنا وتتميز هذه المعلومات بأنها غير أكيدة Uncertain وأيضاً أنها معلومات غير كاملة Incomplete

وبالطبع فإن النوع الثانى من القرارات هو النوع الأكثر شيوعا فى الحياة العملية وبالتالى فإنه عند اتخاذ قرار معين يتم التفكير أولا فى نوع المعلومات المطلوبة وهل هى متوافرة أم لا ؟ وما هى تكلفة الحصول عليها حيث أنه لا توجد بيانات بدون تكلفة وعلى ضوء ذلك يتحدد هل من الأفضل الحصول على بيانات إضافية ومن ثم تحمل تكلفة إضافية وبالتالى نحصل على قرار أفضل وأحسن أم من المصلحة الاكتفاء بالبيانات الحالية المتاحة ومن ثم توفير تكلفة الحصول على البيانات الإضافية والاكتفاء أيضا بقرار — فى ظل ذلك — درجة جودته منخفضة . ومن هنا أصلا يتم المقارنة بين :

(ا) التكلفة الإضافية للحصول على البيانات الإضافية ويمكن أن نرمز لها بالرمز ت ض .

(ب) الوفر الإضافى الذى يمكن الحصول عليه باستخدام هذه البيانات الإضافية وهو أصلا الفرق بين النتائج التى نحصل عليها من اتخاذ القرار فى ضوء البيانات الاضافية والنتائج التى نحصل عليها من اتخاد القرار فقط فى ضوء البيانات الحالية المتاحة .

وباختصار شديد هو تحديد ما إذا كان هناك جدوى تستحق Does It Worth من تحمل تكلفة الحصول على البيانات الاضافية أم لا ؟

ومما لا شك فيه فإن القيمة المتوقعة Expected Value للبيانات الاضافية تعتمد على العوامل الثلاث الآتية :

١ — المعلومات الحالية المتوافرة .

٢ — تكلفة الحصول على البيانات الاضافية .

٣ — النتائج التى تحدث إذا كان القرار خاطىء .

نماذج القرارات فى أحوال عدم التاكد :

مما لا شك فيه فان قلب عملية اتخاذ القرارات هو الاختيار من بين بدائل

The Choosing of one Course of action From Various Possible courses of action.

وبالتالى فان عمليه اتخاذ القرارات تشمل مجموعة من العناصر كما يلى :

١ — وجود مجموعة من البدائل التى من بينها تتم عملية الاختيار

A set of alternative Courses of action

وبالطبع إن لم يكن هناك بدائل فليس هناك محل لعملية الاختيار أو إتخاذ القرارات . فى أحوال وجود حل واحد المشكلة فن الطبيعى لا تكون هناك مشكلة أصلا حيث لايكون هناك مجالا للتفكير أوالاختيار فهذا ما نسميه الأمر الواقع ويكون التفكير محصوراً فى اتباع هذا الطريق أو عدم اتباعه . فهنا البدائل محدودة فى بديلين فقط .

٢ — وجود مجموعة من النتائج المتوقعة التى يمكن الحصول عليها من اتباع البدائل المختلفة .

A Set of Possible Cnsequences of each Course of action.

يتطلب ذلك :

أولا : مجموعة من الحوادث Events التى يمكن أو تحدث .

ثانياً : النتائج من ارتباط البديل بالحوادث المختلفة .

The Consequences of each act—event Combination

وبالطبع فإن النتائج Consequences تشيرإلى تاثيرارتباط البديل بالحدث وأثر ذلك على عنصر من عناصر قياس الأداء وليكن ذلك مثلا الربح .

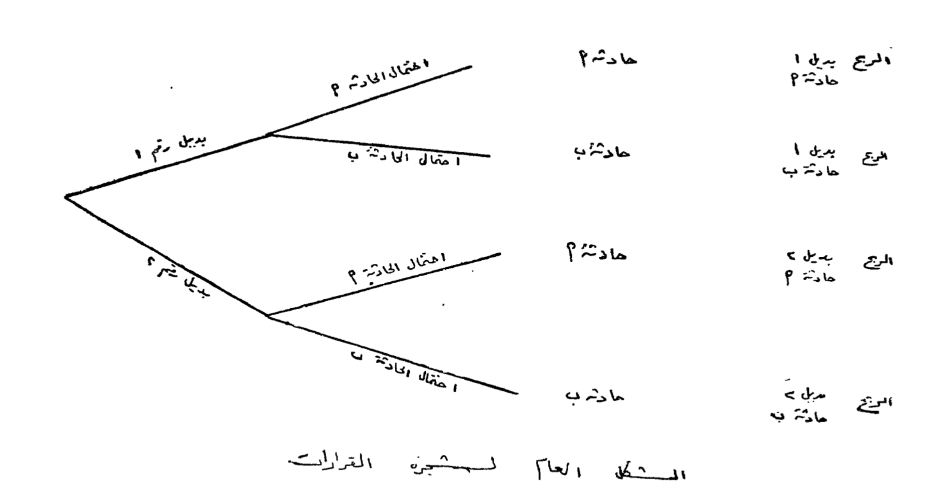
٣ — درجة عدم التأكد المرتبطة بالنتائج المحتملة

Degree of Uncertainty Assóciated With each Possible Consequence.

بمعنى آخر يمثل النموذج الربح الناتج من اتباع كل بديل .

٤ — المحك الذى بناء عليه يتم اختيار إحدى البدائل . بعد تحديد تأثير ارتباط البديل بالحوادث المختلفة على الربح مثلا فإنه يتم اختيار البديل الذى يعطى أكبر ربح .

ويمكن تمثيل العناصر المختلفة لعملية اتخاذ القرارات على شكل Diagram الذى يسمى شجرة القرار Decision tree هذا الشكل يبرز عملية اتخاذ القرارات فى تتابعها خلال مرحلة تحديد البدائل أو القرارات المتاحة Decisions — إلى مرحلة الحوادث المختلفة Events واحتمالات حدوث هذه الحوادث — ثم إلى المرحلة الأخيرة وهى مرحلة النتائج Gonsequences . والشكل التالى يوضح شكل شجرة القرارات التى تتكون من بديلين أو قرارين فقط ، حادثتين فقط ثم النتائج المختلفة التى تنتج بسبب تأثير ارتباط البديل بحادثة معينة .



الشكل العام لشجرة القرارات

حالة عملية :

المثال التالى يوضح النواحى الكمية لعملية اتخاذ القرارات فى ظل ظروف عدم التأكد لنفرض أن إحدى المنشآت لديها ماكينتين لتعبئة منتجاتها إحداهما قديمة والأخرى حديثة ويمكن استخدامها فى لف وحزم المنتجات قبل توزيعها للعملاء.

يجب على المنشأة اختيار أحدهما لتعبئة المنتجات لفترة معينة من الزمن حيث أن طاقة ماتين الماكينتين أكبر بكثير من عدد الوحدات المطلوب تعبئتها فى أى فترة من الفترات . وبالطبع لا توجد أى مشكلة فى عملية لاختيار هذه إذا تم معرفة جودة الخامات التى ستستخدم بواسطة هذه الماكينات فى عملية التعبئة مقدما قبل القيام بعملية التعبئة . فمثلا تعد الماكينة الجديدة أكثر كفاءة وفعالية Most Efficient بالمقارنة بالماكينة القديمة إذا كانت خامات ومواد التعبئة من نوع جيد، أما إذا كانت خامات التعبئة من نوع ردىء فإن الماكينة القديمة تكون أكثر كفاءة وفعالية من الماكينة الحديثة حيث أن الماكينة القديمة تعمل على إنسياب الخامات الرديئة المستخدمة فى التعبئة بشكل أيسر وأسهل أما الماكينة الحديثة فإنها تتعطل كثيراً إذا ما تم استخدام مواد رديئة فى عملية التعبئة .

هنا المشكلة الرئيسية تتلخص فى اتخاذ قرار فى ظل عدم توافر المعلومات أو بمعنى آخر فى ظل غياب جودة الخامات المستخدمة فى عملية التغليف . مما لا شك فيه فإن إنتاجية الماكينة فى الساعة وبالتالى ربحيتها تتأثر بجودة مواد التغليف ، هذه المواد قد تكون من جودة جيدة . أو جودة رديئة غير أن نوع الجودة (جيد أو ردىء) لا يمكن معرفته قبل اتخاذ القرار . وإليك البيانات الإضافية الآتية :

١ — من الخبرة السابقة المتعلقة بمواد التغليف ، كانت ٨٠٪ من المواد التى تم تسلمها بواسطة هذه المنشأة مواد من نوع جيد ، ٢٠٪ من نوع ردىء .

٢ — عند استخدام الماكينة القديمة ، كانت إنتاجيتها فى الفترة السابقة ٢٤ وحدة فى الساعة محققة أرباح قدرها ٢٠٠ ج إذا كانت مواد التغليف المستخدمة

من نوع جيد . أما إذا كانت مواد التغليف المستخدمة من نوع ردىء فإن إنتاجيتها فى الساعة عبارة عن ١٢ وحدة محققة أرباح قدرها ١٦٠ ج .

٣ — عند استخدام الماكينة الجديدة . كانت إنتاجيتها فى الفترة السابقة ٣٢ وحدة فى الساعة محققة أرباح عن الفترة قدرها ٢٤٠ جنيهاً ، إذا كانت مواد التغليف المستخدمة من نوع جيد . أما إنتاجيتها فى حالة عما إذا كانت مواد التغليف من نوع ردىء فى الساعة فلقد كانت ٦ وحدات محققة أرباح فقط قدرها ٨٠ ج .

بمعرفة المعلومات المعطاه سابقاً هل تنصح باستخدام الماكينة الجديدة أو القديمة وذلك لتحقيق أكبر أرباح ممكنة .

ويمكن تلخيص المعلومات المعطاه فى الجدول التالى :

الآلة	مواد تغليف من نوع جديد		مواد تغليف من نوع ردىء	
	الإنتاجية فى الساعة	الربح عن الفترة	الإنتاجية فى الساعة	الربح عن الفترة
القديمة	٢٤ وحدة	٢٠٠ جنيهاً	١٢ وحدة	١٦٠
الجديدة	٣٢ وحدة	٢٤٠ جنيهاً	٦ وحدة	٨٠ جنيهاً

فى ضوء الـ [illegible] ـمقدمة ، المطلوب إختيار إحدى الماكينتين

مما لا شك فيه :

١ — إذا كانت مواد التغليف المستخدمة من نوع جيد فإن الماكينة الجديدة أكثر كفاءة ويجب استخدامها .

٢ — إذا كانت مواد التغليف المستخدمة من نوع ردىء فإن الماكينة القديمة أكثر كفاءة ويجب استخدامها .

غير أن الأمر ليس بهذه البساطة حيث أنه لا يمكن معرفة جودة مواد التغليف قبل اختيار الماكينة وقبل إتمام عملية التغليف فعلا . ولكن يوجد لدينا بيان بخصوص جودة الخامات الخاصة بالتغليف عن الفترة السابقة وهو :

٨٠ ٪ من الخامات المستخدمة فى التغليف كانت من نوع جيد .

٢٠ ٪ من الخامات المستخدمة فى التغليف كانت من نوع ردىء .

سوف ننظر لهذه المشكلة فى ضوء عناصر عملية اتخاذ القرارات الأربعة السابق تعريفهم وهم :

١ — البدائل المتاحة .　　　٢ — النتائج الممكنة لكل بديل.

٣ — درجة عدم التأكد .　　　٤ — المحك الذى سيستخدم .

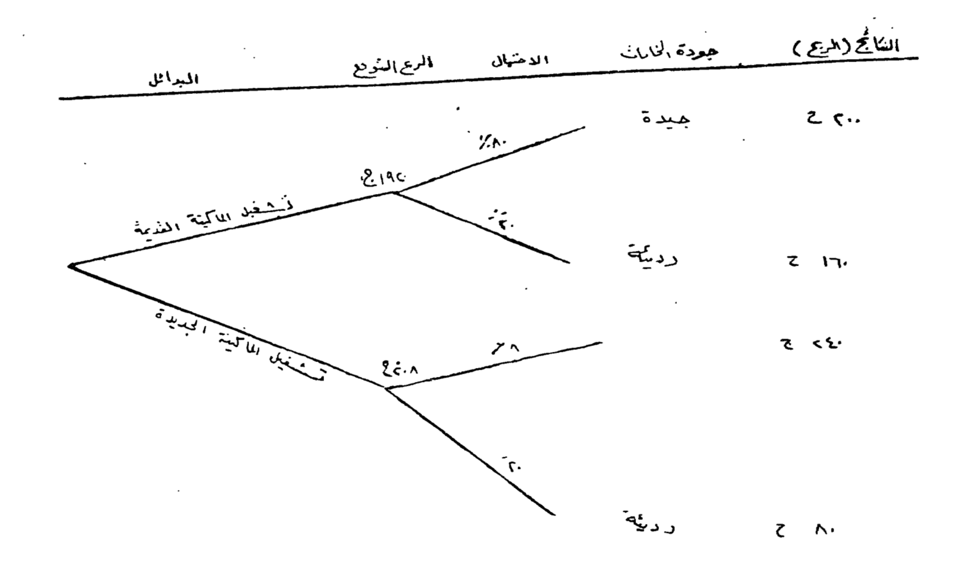
أولا : <u>البدائل المتاحة:</u> هنا يوجد أمام الإدارة بديلين فقط :

(ا) تشغيل الماكينة الجديدة .　　　(ب) تشغيل الماكينة القديمة .

ثانياً : <u>النتائج الممكنة لكل بديل :</u> يجب أولا تحديد الحوادث الممكنة لكل بديل (الحوادث التى يمكن أن تحدث مع كل بديل من البدائل). هنا الحوادث الممكنة هى :

(ا) استلام خامات من نوع جيد .　　　(ب) استلام خامات من نوع ردىء .

بعد ذلك يتم ربط أو مزج أو دمج Combine كل بديل مع الحوادث المختلفة وذلك للحصول على النتائج المتوقعة لكل بديل كما هو موضح فى الشجرة التالية :



البدائل
الربح المتوقع
الاحتمال
جودة الخامات
النتائج (الربح)
تشغيل الماكينة القديمة
١٩٠ ج
٨٠٪
جيدة
٢٠٠ ج
٢٠٪
رديئة
١٦٠ ج
تشغيل الماكينة الجديدة
٢٠٨ ج
٨٠٪
٢٤٠ ج
٢٠٪
رديئة
٨٠ ج

يلاحظ من الشكل السابق أن نتيجة دمج Combining البديل مع الحادثة Act—event يحدث نتائج كما يلى :

دمج	البديل	مع	الحادثة	النتائج
	تشغيل الماكينة القديمة	×	استلام خامات جديدة	= ٢٠٠ ج
	تشغيل الماكينة القديمة	×	استلام خامات رديئة	= ١٦٠ ج
	تشغيل الماكينة الجديدة	×	استلام خامات جديدة	= ٢٤٠ ج
	تشغيل الماكينة الجديدة	×	استلام خامات رديئه	= ٨٠ ج

ثالثاً : كما بينا فيما سبق أن استخدام الاحتمالات يسمح بإعطاء وصف واضح لمقدار عدم التأكد الواجب تخصيصها لكل حادثة . من البيانات المعطاة فيما سبق أمكن معرفة من الخبرة الماضية معدلات وصول واستلام خامات جديدة ومعدلات وصول واستخدام خامات رديئة . وبفرض أن الظروف الأخرى هي على ما عليه فإننا يمكن الاعتماد على ذلك فى تخصيص الاحتمالات للحوادث المختلفة المستقبل كما يلى :

الخبرة الماضية	الاحتمالات المخصصة
٨٠ ٪ من الخامات التى تم تسلمها من نوع جيد	تخصيص الاحتمال ٠,٨ للحادثة خامات جيدة سيتم إستلامها
٢٠ ٪ من الخامات التى تم تسلمها من نوع ردىء	تخصيص الاحتمال ٠,٢ للحادثة خامات رديئة سيتم استلامها

معنى ذلك ما يلى :

— أن احتمال تحقيق ربح ٢٠٠ ج عبارة عن ٨٠ ٪

— أن احتمال تحقيق ربح ١٦٠ ج عبارة عن ٢٠ ٪

— أن احتمال تحقيق ربح ٢٤٠ ج عبارة عن ٨٠ ٪

— أن احتمال تحقيق ربح ٨٠ ج عبارة عن ٢٠ ٪

رابعاً : المحك الذى يجب استخدامه لاختيار البديل :

يعد مبدأ تعظيم الربح أو أكبر ربح ممكن محكاً أساسياً يمكن استخدامه فى

أغلبية الأحوال وذلك لاختيار أحـــد البدائل . ويظهر لفظ الربح المتوقع Expected Profit إلى ذلك الحك . والربح المتوقع هو عبـارة عن متوسط الربح الذى يتحقق لكل بديل آخذين فى الاعتبار الاحتمالات وأيضاً الأرباح المتوقعة من كل بديل كما يلى :

الصيغة العامة لتحديد الربح المتوقـع :

الربح المتوقع البديل = الربح الناتج × احتماله + الربح الناتج × احتماله وهكذا.

وبالتالى لـكى نحـدد الربح المتوقع من استخدام الآلة القديمة فإننا نضربه الربح الناتج ٢٠٠ ج فى احتمال حدوثه وهو ٨٠٪ ثم نضيف الناتج حاصل ضرب الربح الناتج ١٦٠ ج فى احتمال حدوثه وهو ٢٠٪ . مجموع ذلك سيكون ١٩٢ ج وهو الربح المتوقع من استخدام الماكينة القديمة كما يلى :

الربح المتوقع من استخدام الماكينة القديمة $= ٢٠٠ \times \frac{٨٠}{١٠٠} + ١٦٠ \times \frac{٢٠}{١٠٠}$

$= ١٩٢$ جنيه

وكذلك بالنسبة للماكينة الجديدة :

الربح المتوقع $= ٢٤٠ \times \frac{٨٠}{١٠٠} + ٨٠ \times \frac{٢٠}{١٠٠}$

$= ٢٠٨$ جنيه

ولما كان أعلا ربح متوقع Highest Expected profit هو ٢٠٨ جنيه وذلك يرتبط بالقرار ACT الخاص باستخدام الماكينة الجـــديدة وبالتالى فإننا ننصح الإدارة بأن تقوم بتشغيل الماكينة الجديدة . ومما لاشك فيه فإن القرار سوف يختلف إذا اختلفت :

١ - احتمالات استلام خدمات جيدة أو رديئة .

٢ - إنتاجية الماكينات المختلفة فى الأحوال المختلفة لاستلام مواد تغليف بجودة مختلفة .

مثال :

لنفرض أن أحد مصانع لعب الأطفال يرغب فى اختيار تصميم معين لإحدى

اللعب لطرحه فى السوق العام القادم (اللعبة عبارة عن عروسة أطفال). أمام هذا المنتج أربعة تصميمات مختلفة لهذه العروسة : ـ

— التصميم الأول يعمل بمجموعة من الحركات (يسمى فى السوق النور) .
— التصميم الثانى يعمل بمجموعة من السوست (يسمى فى السوق الكرم) .
— التصميم الثالث يدوى (يسمى فى السوق الكمال) .
— التصميم الرابع يعمل بجهاز الكترونيك صغير (يسمى فى السوق الرضا)

بالرغم من أن التصميمات المختلفة تعمل بطرق مختلفة إلا أن الوظيفة التى تؤديها العروسة واحدة وهى الكلام ـ الغناء ـ البكاء ـ السير ـ الجلوس .

يتم توزيع هذا المنتج بواسطة موزعين ويبلغ متوسط سعر العروسة ١٠ج وبالطبع فإن هذا المنتج سوف يختار التصميم الذى يعطى له أكبر مساهمة فى أرباحه الكلية .

التصميم الأول يحتاج إلى معدات ١٠٠,٠٠٠ جنيه ولكن تكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن ٥ جنيهات .

التصميم الثانى يحتاج إلى معدات ١٦٠,٠٠٠ جنيه ولكن تكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن ٢ جنيه .

التصميم الثالث يحتاج إلى معدات ٣٠٠,٠٠٠ جنيه وتكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن ٣ جنيه .

التصميم الرابع يحتاج إلى معدات ٥٠٠,٠٠٠ جنيه وتكلفة الوحدة المتغيرة عبارة عن جنيهان فقط .

جميع أنواع التكاليف الأخرى لا تختلف من تصميم إلى آخر .
والجدول الآتى يبين التكاليف المختلفة بهذه التصميمات الاربعة :

التصميم	تكاليف المعدات	تكلفة الوحدة	التكاليف الأخرى
النور	١٠٠,٠٠٠ ج	٥ ج	٢٠٠,٠٠٠ ج
الكرم	١٦٠,٠٠٠ ج	٤ ج	٢٠٠,٠٠٠ ج
الكمال	٤٠٠,٠٠٠ ج	٣ ج	٢٠٠,٠٠٠ ج
الرضا	٥٠٠,٠٠٠ ج	٢ ج	٢٠٠,٠٠٠ ج

ومن المعروف أن الطلب على هذا النوع من العرائس غير أكيد وتتوقع الإدارة أن إحدى الحوادث الآتية قد تحدث :

طلب خفيف في حدود ٢٥,٠٠٠ وحدة

طلب متوسط في حدود ١٠٠,٠٠٠ وحدة

طلب مرتفع في حدود ١٥٠,٠٠٠ وحدة

ويتم حساب الربح كما يلي :

الربح الناتج = الإيراد — التكاليف المتغيرة — التكاليف الثابتة .

في هذا المثال تم الأخذ في الاعتبار أن الطلب قد يكون خفيف ، متوسط أو مرتفع غير أنه في الحياة العملية قد يكون لدينا مئات الآلاف من المواقف المختلفة للطلب وليس فقط الثلاثة مواقف كما هو موضح في مثالنا هذا . وأيضا في مثالنا هذا تم أخذ في الاعتبار أربعة تصميمات للمنتج ، غير أنه في الحياة العملية قد تكون لدينا مئات أو آلاف التصميمات. ولكن هذا الأسلوب الذى نستخدمه في حل مشكلتنا البسيطة هذه يمكن أن يستخدم لحل المشاكل الأكثر تعقيداً .

يحتاج الأمر لحل هذه المشكلة معرفة تقديرات قسم بحوث التسويق بخصوص حالة السوق المقبلة ولنفرض أن نتائج دراسات التسويق تشير بما يلى :

حالة السوق	الاحتمال
طلب خفيف	٣٠٪
طلب متوسط	٤٠٪
طلب مرتفع	٣٠٪

وحل هذه المشكلة يتطلب حساب الربح الناتج من كل تصميم في الظروف المختلفة للسوق كما يلى :

تصميم النور :

الحوادث	عدد الوحدات المباعة	الإيراد	التكلفة المتغيرة	التكلفة الثابتة	الربح الناتج
طلب خفيف	٢٥,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	١٢٥,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	٢٥,٠٠٠
طلب متوسط	١٠٠,٠٠٠	١٠٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	٤٠٠,٠٠٠
طلب مرتفع	١٥٠,٠٠٠	١٥٠٠,٠٠٠	٧٥٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	٦٥٠,٠٠٠

تصميم الكرم :

الحــــوادث	عدد الوحدات المباعة	الإيراد	التكلفة المتغيرة	التكلفة الثابتة	الربح الناتج
طلب خفيف	٢٥,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	١٦٠,٠٠٠	(١٠,٠٠٠)
طلب متوسط	١٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	٤٠٠,٠٠٠	١٦٠,٠٠٠	٤٤٠,٠٠٠
طلب مرتفع	١٥٠,٠٠٠	١,١٥٠,٠٠٠	٦٠٠,٠٠٠	١٦٠,٠٠٠	٧٤٠,٠٠٠

صميم الكمال :

الحوادث	عدد الوحدات المباعة	الإيراد	التكلفة المتغيرة	التكلفة الثابتة	الربح الناتج
طلب خفيف	٢٥,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	٧٥,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	(١٢٥,٠٠٠)
طلب متوسط	١٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	٤٠٠,٠٠٠
طلب مرتفع:	١٥٠,٠٠٠	١,٥٠٠,٠٠٠	٤٥٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	٧٥٠,٠٠٠

تصميم الرضاة

الحوادث	عدد الوحدات المباعة	الإيراد	التكلفة المتغيرة	التكلفة الثابتة	الربح الناتج
طلب خفيف	٢٥,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	(٣٠٠,٠٠٠)
طلب متوسط	١٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠
طلب مرتفع	١٥٠,٠٠٠	١,٥٠٠,٠٠٠	٣٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٧٠٠,٠٠٠

خطوات حل المشكلة:

أولا : تحديد البدائل

تتلخص بدائل هذه المشكلة فيما يلي :

١ — انتاج تصميم الورد　　　٢ — إنتاج تصميم الكرم .

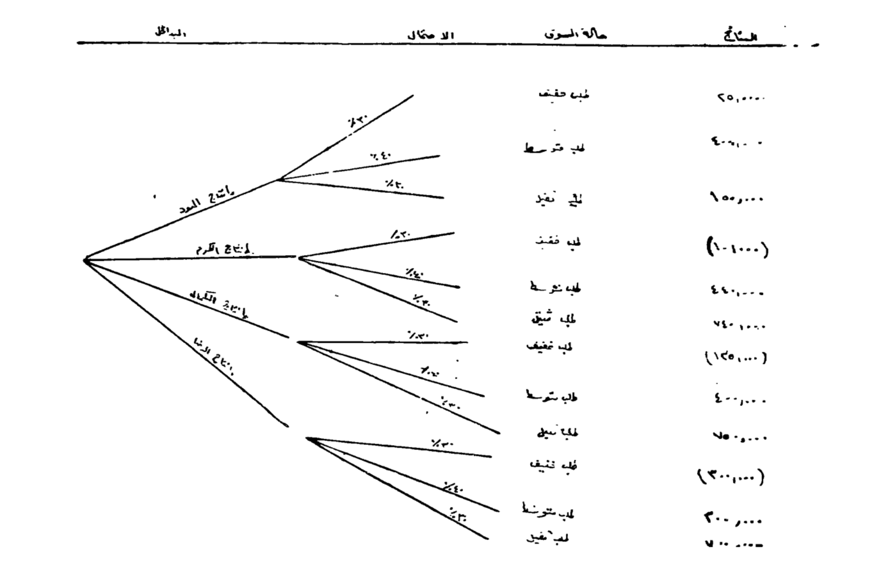
٣ — إنتاج تصميم الكمال.　　　٤ — إنتاج تصميم الرضا .

ثانياً : تحديد النتائج الممكنة لكل بديل

وفي هذه المرحلة يتم دمج أو عمل تزاوج بين كل بديل والحوادث المحتملة الممكن حدوثها كما يلي :

البديل	الطلب	النتيجة	
إنتاج تصميم الورد	وطلب خفيف	= ٢٥,٠٠٠ ج	كربح
« « «	وطلب متوسط	= ٤٠٠,٠٠٠ ج	«
« « «	وطلب مرتفع	= ٦٥٠,٠٠ ج	«
إنتاج تصميم الكرم	وطلب خفيف	= ١٠,٠٠٠ ج	كخسارة
« « «	وطلب متوسط	= ٤٢,٠٠٠ ج	كربح
« « «	وطلب مرتفع	= ٧٤٠,٠٠٠ ج	«
إنتاج تصميم الكمال	وطلب خفيف	= ١٢٥,٠٠٠ ج	كخسارة
« « «	وطلب متوسط	= ٤٠٠,٠٠٠ ج	كربح
« « «	وطلب مرتفع	= ٧٥٠,٠٠٠ ج	«
إنتاج تصميم الرضا	وطلب خفيف	= ٢٠٠,٠٠٠ ج	كخسارة
« « «	وطلب متوسط	= ٣٠٠,٠٠٠ ج	كربح
« « «	وطلب مرتفع	= ٧٠٠,٠٠٠ ج	«

ويتم تمثيل ذلك على شجرة القرارات كما يلي :



البدائل
الاحتمال
حالة السوق
النتائج
٣٠٪
٤٠٪
٣٠٪
طلب خفيف
طلب متوسط
طلب ثقيل
٢٥,٠٠٠
٤٠٠,٠٠٠
١٥٠,٠٠٠
٣٠٪
٤٠٪
٣٠٪
طلب خفيف
طلب متوسط
طلب ثقيل
٤٤٠,٠٠٠
٧٤٠,٠٠٠
٣٠٪
٤٠٪
٣٠٪
طلب خفيف
طلب متوسط
طلب ثقيل
(١٢٥,٠٠٠)
٤٠٠,٠٠٠
٧٥٠,٠٠٠
٣٠٪
٤٠٪
٣٠٪
طلب خفيف
طلب متوسط
طلب ثقيل
(٣٠٠,٠٠٠)
٣٠٠,٠٠٠
٧٠٠,٠٠٠

ثالثا : تحديد درجة عدم التأكد المصاحبة لكل ناتج من النواتج الممكنة

لقد قمنا فيما سبق بتحديد الاحتمالات المختلفة المصاحبة لأحوال السوق المختلفة بالآتى :

٣٠ ٪	أن يكون الطلب خفيف
٤٠ ٪	أن يكون الطلب متوسط
٣٠ ٪	أن يكون الطلب مرتفع

وبالتالى فإن الاحتمالات المختلفة كما يلى :

احتمال تحقيق الـ ٢٥٠ر٠٠٠ ج كربح عبارة عن ٣٠ ٪
» » » ٤٠٠ر٠٠٠ ج » » ٤٠ ٪
» » » ٦٥٠ر٠٠٠ ج » » ٣٠ ٪

احتمال تحقيق الـ ١٠٠ر٠٠٠ ج كخسارة عبارة عن ٣٠ ٪
» » » ٤٠٠ر٠٠٠ ج كربح عبارة عن ٤٠ ٪
» » » ٧٤٠ر٠٠٠ ج » » » ٣٠ ٪

احتمال تحقيق الـ ١٢٥ر٠٠٠ ج كخسارة عبارة عن ٣٠ ٪
» » » ٤٠٠ر٠٠٠ ج كربح » » ٤٠ ٪
» » » ٧٥٠ر٠٠٠ ج كربح » » ٣٠ ٪

احتمال تحقيق الـ ٣٠٠ر٠٠٠ ج كخسارة عبارة عن ٣٠ ٪
» » » ٣٠٠ر٠٠٠ ج كربح » » ٤٠ ٪
» » » ٧٠٠ر٠٠٠ ج كربح » » ٣٠ ٪

رابعا : تحديد الربح المتوقع من كل بديل كما يلى :

إنتاج تصميم النور

الربح المتوقع = ٢٥٠ر٠٠٠ × ٣٠/١٠٠ + ٤٠٠ر٠٠٠ × ٤٠/١٠٠

\+ ٦٥٠ر٠٠٠ × ٣٠/١٠٠

= ٧٥٠٠ + ١٦٠٠٠ + ١٩٥٠٠

= ٤٢٠٠٠ جنيها

إنتاج تصميم الكرم

الربح المتوقع = (١٠,٠٠٠) × ٣٠/١٠٠ + ٤٤٠,٠٠٠ × ٤٠/١٠٠ + ٧٤٠,٠٠٠

× ٣٠/١٠٠

= (٣٠٠٠ + ١٧٦٠٠٠ + ٢٢٢٠٠٠

= ٣٩٥٠٠٠ ج

إنتاج تصميم الكمال

الربح المتوقع = (١٢٥,٠٠٠) × ٣٠/١٠٠ + ٤٠٠,٠٠٠ × ٤٠/١٠٠

\+ ٧٥٠,٠٠٠ × ٣٠/١٠٠

= (٢٧٥٠٠٠) + ١٦٠,٠٠٠ + ٢٢٥٠٠٠

= ١٢٢٥٠٠ + ٢٢٥٠٠٠

= ٣٤٧٥٠٠ ج

إنتاج تصميم الرضا

الربح المتوقع = (٢٠٠ر٠٠٠) × ٣٠/١٠٠ + ٣٠٠ر٠٠٠ × ٤٠/١٠٠

\+ ٧٠٠ر٠٠٠ × ٣٠/١٠٠

$$= (٩٠,٠٠٠) + ١٢٠,٠٠٠ + ٢١٠,٠٠٠$$

$$= ٢٤٠,٠,٠ \text{ ج}$$

ملخص الربح المتوقع من التصميمات المختلفة

التصميم	الربح المتوقع
النور	٤٣,٠٠٠
الكرم	٣٩٥٠٠٠
الكمال	٣٤٧٥٠٠
الرضا	٢٤٠٠٠٠

وواضح أن النتائج تؤيد إنتاج تصميم الكرم وذلك لأنه يعطى أكبر ربح متوقع .

— مشاكل —

١ — فى المثال السابق شرحه الخاص بمصنع لعب الأطفال المطلوب تحديد التصميم الذى يعطى أكبر ربح ممكن إذا كانت أحوال السوق كما يلى :

حالة السوق	الاحتمال	الاحتمال
طلب خفيف	,١٠	,٢٠
طلب متوسط	,٧٠	,٥٠
طلب مرتفع	,٢٠	,٣٠

٢ — من الجدول الآتى المطلوب تحديد الربح المتوقع لكل بديل وما هو البديل الواجب اختياره .

الحوادث	الاحتمال	الربح الناتج بديل ا	بديل ب	بديل حـ
ح١	,٣	١٠,٠٠٠ ج	٢٠,٠٠٠	٥,٠٠٠
ح٢	,٥	٥,٠٠٠	(١٠,٠٠٠)	١٠,٠٠٠
ح٣	,٢	١٥,٠٠٠	١٠,٠٠٠	١٠,٠٠٠

٣ — ترغب إحدى مصانع الأدوات الكهربائية في اختيار تصميم لاحدى اللمبات الفلورسنت للعام القادم من بين ثلاثة تصميمات معروضة أمام الادارة كما يلي :

التصميم	التكاليف الثابته	التكلفة المتغيرة
ا	١٠٠,٠٠٠ ج	٢٠ ج للدستة
ب	٥٠,٠٠٠ ج	٣٥ ج »
حـ	٢٠٠,٠٠٠ ج	١٠ ج »

سوف يتم بيع الدستة بمقدار ٥٠ ج ويتوقع بيع ٤٠٠٠ دستة أو ٨٠٠٠ وحدة أو ١٢٠٠٠ وحدة وعموماً أن هذه المتوقعات متساوية فى احتمال حدوثها .

المطلوب اختيار التصميم الذى تعتقد أنه مناسب للادارة .

٤ — ترغب شركة أكرم وكامل — شركة تقدم خدمات متعلقة بالكمبيوتر والحاسبات الآلية — فى توسيع نشاطها وذلك بإنتاج نوع من المعدات الالكترونية وذلك لتسويقه محليا ودوليا ، من الطبيعى يجب الحصول على أموال إضافية . وذلك لبناء المصنع الجديد وتشغيله . وأمام أكرم وكامل ثلاثة بدائل للحصول على هذه الأموال الاضافية :

(أ) إصدار أسهم إضافية .

(ب) بيع سندات .

(حـ) إصدار أسهم ممتازة ليس لها حق التصويت .

ومن الطبيعى فإن إصدار الأسهم الإضافية سوف يزيد من قدرة المنشأة على الاقتراض فى المستقبل غير أنه فى نفس الوقت سيقلل من مقدار ملكية أكرم وكامل فى الشركة وهى حاليا ١٠٠٪ كما أنها ستقلل من مقدار السلطة التى يمتلكونها فى إدارة ورقابة أعمالها لدخول ملاك جدد نتيجة إصدار الأسهم الإضافية .

وإصدار السندات سوف يسمح للملاك الحاليين بالحصول على كل المزايا من التوسع الجديد ولكن قد يعرض المنشأة للمخاطرة وبالتالى التصفية إذا ثبت أن التوسع الجديد غير ناجحاً .

كما أن إصدار الأسهم الممتازة لن يؤثر على حق الملكية والرقابة لأكرم وشريكه كامل ولكن سيقلل من أرباحهم بسبب وجود الأسهم الممتازة .
والجدول الآتى يلخص النواحى المختلفة المتعلقة بكل مصدر من مصادر التمويل:

المقاييس الممكنة — **مصادر التمويل المختلفة**

الناتج	إصدار أسهم إضافية	إصدار سندات	إصدار أسهم ممتازة
١ — صافى الأرباح .	٥٠٠٠,٠٠٠٠	٣,٥٠٠,٠٠٠	٤,٠٠٠,٠٠٠
٢ — الربح لكل سهم عادى .	٥ ج	٧ ج	٨ ج
٣ — سيطرة أكرم وكامل على الملكيه .	٥٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪
٤ — حد الائتمان الممكن الحصول عليه .	١,٠٠٠,٠٠٠ ج	٤٠٠,٠٠٠ ج	٥٠٠,٠٠٠ ج
٥ — الأرباح المتاحة للتوزيعات العادية .	٥,٠٠٠,٠٠٠ ج	٢,٠٠٠,٠٠٠ ج	٤,٠٠٠,٠٠٠ ج
٦ — الحد الأقصى للتوزيعات الممكنة لكل سهم عادى .	٥ ج	٤ ج	٨ ج

المطلوب تحديد لكل هدف من الأهداف الآتية المقياس المناسب للناتج تم استخدامه وذلك لتحديد أحسن وأسوأ بديل من البدائل المختلفة المتاحة لتمويل هذا التوسع الإضافى :

١ — الاحتفاظ بأعلى نسبة ممكنة السيطرة والرقابة لأكرم وكامل .

٢ — تعظيم أرباح الأسهم الخاصة بأكرم وكامل .

٣ — تعظيم إمكانية الحصول على قروض قصيرة الأجل

٤ — تعظيم التوزيعات الممكنة لعائلة أكرم وكامل .

الفرص المضاعة فى عملية اتخاذ القرارات

Opportunity Losses in Decision Making

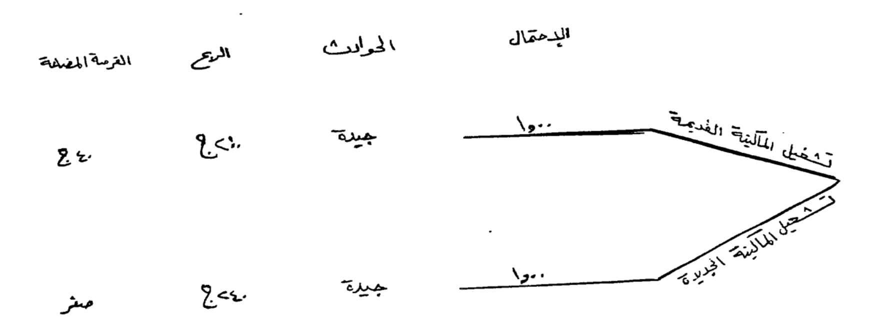
نتناول فى هذا الجزء التكلفة التى قد نتحملها نتيجة وقوع أخطاء فى عملية اتخاذ القرارات وذلك بسبب توافر ظروف عدم التأكد .

Cost of errors due to uncertainty

يشير لفظ « الفرصة المضاعة » إلى الفرصة الضائعة أو الخسارة التى تتحقق نتيجة عدم اختيار أحسن الحلول أو القرارات من حيث ربحيتها .

الفرص المضاعة فى ظل ظروف التأكد :

لنعود إلى المثال الخاص بماكينات التعبئة السابق عرضه . لنفرض أننا نعمل فى ظل ظروف التأكد وأن جودة الخامات (الأخشاب) معروفة بشكل مؤكد . . أن الخامات جودتها جيدة . الشكل التالى يبين شجرة القرار بشأن هذا الموقف :



الفرص المضاعة لقرار في ظل ظروف التأكد

طبيعى فى مثل هذا الموقف يتم إختيار القرار أو الحل ذات أقصى ربح ممكن أن ينتج من الحل أو القرار . هنا الحل هو استخدام الماكينة الجديدة وهى ستحقق ٢٤٠ جنيها كأرباح وواضحا أنها أحسن من الماكينة القديمة التى سينتج من استخدامها فقط ٢٠٠ جنيه كأرباح .

والشكل السابق يوضح أن هناك فرصة مضاعة لكل حل من الحلول المتاحة. فللقرار ، استخدام الماكينة القديمة ، نجد أن الربح الممكن تحقيقه عبارة عن ٢٠٠ جنيه . ولكن هذا الربح يقل بمقدار ٤٠ جنيه عن الربح الممكن تحقيقه (٢٤٠ جنيه) فى حالة اتخاذ القرار الآخر وهو استخدام الماكينة الجديدة . هذا الفرق وقــــدره ٤٠ جنيه يمثل الفرصة المضاعة للقرار الخاص باستخدام الماكينة القديمة . يسمى هذا الفرق أيضا تكلفة خطأ القرار

Cost of Decision Error

ويلاحظ أنه دائما تكون تكلفة خطأ أحسن قرار Best Decision عبارة عن صفر أى بمعنى آخر الفرصة المضاعة لاحسن قرار عبارة عن صفر وطبيعى أن الفرصة المضاعة لا يمكن أن تكون رقم سالب . ومن المعروف أن الربح المفقود فى حالة اتخاذ أحسن قرار عبارة عن صفر .

لنفرض أن هناك أربعة قرارات يمكن اتخاذ أى منهم بخصوص إحدى المشروعات وأيضا الربح المتوقع من كل منهم :

القرار	الربح المتوقع
ا	٣٠٠ جنيه
ب	٢٠٠ جنيه
حـ	٤٠٠ جنيه
ى	١٥٠ جنيه

وبالتالى فإن الفرص المضاعة لكل من هذه القرارات كما يلى :

القرار	الفرصة المضاعة
ا	١٠٠
ب	٢٠٠
حـ	صفر
ى	٢٥٠

ولقد تم تحديد الفرص المضاعة عن طريق طرح الربح المتوقع من أى قرار من الربح المتوقع من أحسن قرار وفى هذا المثال يعد القرار (ﺟ) أحسن قرار وطبيعى أن الفرصة المضاعة لهذا القرار عباره عن صفر .

وإذا تم التعبير عن كل قرار بمقدار الفرصة المضاعة الخاصة به فانه يمكن استخدام الفرصة المضاعة كمحك criteria وذلك للمفاضلة بين القرارات المختلفة وطبيعى أن أحسن قرار عبارة عن ذلك القرار الذى تكون فرصته المضاعة عبارة عن صفر ، فاذا عدنا للشكل السابق فاننا بصدد الفرص المضاعة الاتية :

القرار	الفرصة المضاعة
استخدام الماكينة القديمة	٤٠ جنيه
استخدام الماكينة الجديدة	صفر

وبالطبع فان أقل فرصة مضاعة عبارة عن صفر وهى خاصة بالقرار الذى يعطى أعظم ربح « استخدام الماكينة الجديدة » . وبالتالى فان القرار الذى يجب اتخاذه :

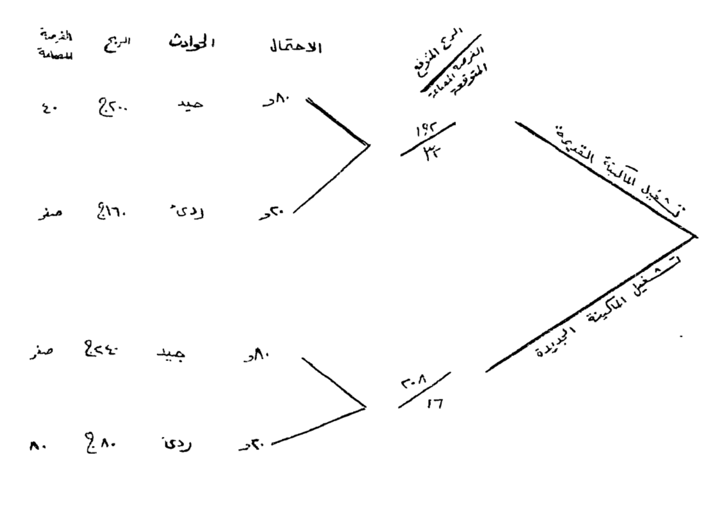
(ا) القرار الذى يعطى أكبر ربح .

أو (ب) القرار الذى يحقق أقل فرصة مضاعة .

غير أن هذا المثال بسيط ويمثل ظروف التاكد وبالتالى نتوقع أن تكون تكلفة عدم التاكد Cost of Uncertainty عبارة عن صفر وذلك لأنه لا يوجد أصلا ظروف عدم تاكد . ولكن فى ظل ظروف عدم التاكد فان الوضع يختلف حيث أن الفرصة المضاعة تكون اكبر من صفر . حيث أن فى ظروف عدم التاكد لا يمكن معرفة بشكل مؤكد النتائج المتوقع تحقيقها من أى قرار وبالتالى لا يمكن تفادى إمكانية وقوع خطا فى عملية اتخاذ القرار .

الفرص المضاعة فى ظل ظروف عدم التاكد :

لنعدد المثال الخاص بماكينة التعبئة وأيضا نفترض أن جودة الخامات غير مؤكدة . الشكل التالى يعبر عن هذه المشكلة :



الفرص المضاعة فى ظل ظروف عدم التأكد

يبين الشكل السابق أن لكل قرار هناك فرصة مضاعفة ، فكما أن لكل قرار ربح معين نتوقع تحقيقة فأيضا لكل قرار ربح مفقود وهذا يعادل الفرصة المضاعة لهذا القرار .

كيفية حساب الفرص المضاعة :

لكي نحسب الفرص المضاعة يجب أن نفترض مؤقتا أن حادثة معينة ستتحقق مثلا أن الخامات ستكون جيدة . ثم نقوم بتحديد أحسن قرار في هذا الموقف أرقام الربح في هذا الموقف عبارة عن ٢٠٠ ج ، ٢٤٠ ج . سيكون الربح ٢٠٠ ج إذا تم تشغيل الماكينة القديمة ، ٢٤٠ ج إذا تم تشغيل الماكينة الجديدة وواضحا أن أقصى ربح عبارة عن ٢٤٠ جنيه . ولما كان تشغيل الماكينة القديمة يحقق ربحا قدره ٢٠٠ ج فقط ، يقل بمقدار ٤٠ ج عن حالة تشغيل الماكينة الجديدة فإن الفرصة المضاعة (الربح المفقود) في حالة تشغيل الماكينة القديمة عبارة عن ٤٠ ج .

أما إذا تم تشغيل الماكينه الجديدة فإن الفرصة المضاعة (الربح المفقود) عبارة عن صفر حيث أنه لا يوجد حل أفضل من هذا الموقف .

∴ إذا فرضنا أن الخامات ستكون من نوع جيد

تشغيل الماكينة القديمة	الفرصة المضاعة ٤٠ ج
« « الجديدة	« « صفر

لنفرض أيضا بصفة مؤقته أن الخامات ستكون من نوع ردىء . أرقام الربح في هذا الموقف عبارة عن ١٦٠ ج ، ٨٠ ج . سيكون الربح ١٦٠ ج في حالة تشغيل الماكينة القديمة ، ٨٠ ج . في حالة تشغيل الماكينة الجديدة . وواضحا أن أقصى ربح عبارة عن ١٦٠ ج . ولما كان تشغيل الماكينة الجديدة يحقق ربحا قدرة ٨٠ ج فقط ، يقل بمقدار ٨٠ ج عن حالة تشغيل الماكينة القديمة فإن الفرصه المضاعة (الربح المفقود) في تشغيل الماكينة الجديدة عبارة عن ٨٠ ج . أما إذا تم تشغيل الماكينة القديمة فإن الفرصة المضاعة

المضاعة (الربح المفقود) عبارة عن صفر حيث أنه لايوجد حل أفضل من هذا الموقف .

.٠. إذا فرضنا أن الخامات ستكون من نوع ردىء

القرار	الفرصة المضاعة
تشغيل الماكينة الجديدة	٨٠ ج
« « القديمة	صفر

الأرباح والفرص المضاعة لكل قرار :

القرار :	الربح	الفرصة المضاعة
تشغيل الأجهزة الجديدة والخامات جيدة	٢٤٠	صفر
« « « « « رديئة	٨٠	٨٠
تشغيل الماكينة القديمة والخامات جيدة	٢٠٠	٤٠
« « « « رديئة	١٦٠	صفر

حساب الربح المتوقع والفرصة المضاعة المتوقعة :

القرار :	الربح	الفرصة المضاعة	الاحتمال
تشغيل الماكينة الجديدة والخامات جيدة	٢٤٠	صفر	,٨٠
« « « « رديئة	٨٠	٨٠	,٢٠
« « القديمة والخامات جيدة	٢٠٠	٤٠	,٨٠
« « « « رديئة	١٦٠	صفر	,٢٠

الربح المتوقع فى حالة تشغيل الماكينة الجديدة

= ٢٤٠ × ,٨٠ + ٨٠ × ,١٠

= ١٩٢ + ١٦ = ٢٠٨ ج

الفرصة المضاعة المتوقعة فى حالة تشغيل الماكينة الجديدة :

= صفر × ٠,٨٠ + ٨٠ × ٠,٢٠

= صفر + ١٦

= ١٦ ج

الربح المتوقع فى حالة تشغيل الماكينة القديمة

= ٢٠٠ × ٠,٨٠ + ١٦٠ × ٠,٢٠

= ١٦٠ + ٣٢

= ١٩٢ ج

الفرصة المضاعة المتوقعة فى حالة تشغيل الماكينة القديمة :

= ٤٠ = ٠,٨٠ + صفر × ٠,٢٠

= ٣٢ + صفر

= ٣٢ ج

والجدول الآتى يلخص هذه النتائج :

القرار	الربح المتوقع	الفرصة المضاعة المتوقعة
تشغيل الماكينة الجديدة	٢٠٨	١٦
تشغيل الماكينة القديمة	١٩٣	٣٢

وواضح من الجدول السابق أن القرار ذو أقصى ربح ممكن هو ذلك القرار الذى تكون له فرصة مضاعة أقل (ربح مفقود أقل) .

أيضا أن أحسن قرار له فرصة مضاعة قدرها ١٦ جنيها وليست صفر كما رأينا فى حالة ظروف التأكد .

مشاكل :

١ — فى مثال ماكينات التعبئة المذكور فى هذا الباب ، لنفرض أن احتمالات الحصول على خامات كما يلى :

٦٠ ٪ احتمال الحصول على خامات من نوع جيد

٤٠ ٪ « « « « « « « ردىء

المطلوب :

(أ) ما هو أحسن قرار فى ضوء مبدأ تعظيم الربح

(ب) « « « « « « « « تقليل الفرصة المضاعة .

٢ — البيانات التالية تعبر عن النتائج المتوقعة من ثلاثة مجالات مختلفة للاستثمار، المطلوب تحديد أحسن مجال للاستثمار فى ضوء معيار تعظيم الربح ، تقليل الفرصة المضاعة .

مجال الاستثمار (أ)

الربح المتوقع	الإحتمال
١٠ ج	,٠٧
١٧٥ ج	,٣٢
١٢٥ ج	,٦١

مجال الاستثمار (ب)

الربح المتوقع	الإحتمال
١٨٠ ج	,٠٦
٩٠ ج	,٢٩
١٤٠ ج	,٦٥

مجال الاستثمار ح :

الربح المتوقع	الإحتمال
١٢٠ ح	,٤٦
١٥٠ ح	,١٣
١١٠ ح	,٢١

٣ — يرغب أحد الأشخاص اختيار إحدى مجالات الاستثمار من بين البدائل الآتية :

البديل الأول : يحقق ربح مؤكد قدره ١٠,٠٠٠

البديل الثانى : يحقق ربح غير مؤكد كما يلى :

٥٠,٠٠٠ ح وذلك باحتمال قدره ٧٠ ٪

صفر ح وذلك باحتمال قدره ٣٠ ٪

المطلوب المفاضلة بين هذين البديلين مستخدما :

(١) معيار الربح المتوقع

(ب) معيار الفرصة المضاعة المتوقعة .



الباب الثانى

التخطيط الرياضى المستقيم



الباب الثانى

التخطيط الرياضى المستقيم

Mathematical Linear Programing

كثيرا ما يواجه المدير موقف معين يتطلب منه أن يختار بين عدة بدائل . البرمجه الخطيه تساعد المدير فى اختيار البديل الذى يحقق أكبر ربح ممكن أو تحمل المشروع بأقل تكاليف ممكنه . وتستخدم أسلوب البرمجه الخطيه فى حل كثير من المشاكل الاداريه ومن أهمها ما يلى :

١ ــ تحديد خلطة المنتجات بحيث تحقق أكبر ربح ممكن . أغلب المشروعات تقوم بإنتاج أكثر من منتج واحد . ومن الطبيعى أن تحاول الادارة أن تحدد كيه المنتج من كل منتج بحيث تراعى فى الحسبان الطاقه الانتاجيه ، عوامل السوق ، وكذلك تحقيق أكبر ربح ممكن .

٢ ــ الاختيار بين طرق توزيع المنتجات من المصانع المتعددة إلى الأسواق المختلفه بحيث تكون تكلفه النقل أقل ما يمكن .

٣ ــ اختيار المزيج التسويقى الأمثل من بين أساليب التسويق المتعددة التى يمكن إستخدامها بحيث يتم تسويق المنتجات بأقل تكلفه ممكنه .

٤ ــ الاختيار بين وسائل الاعلان المختلفه بحيث يتم اختيار الوسيلة المناسبه التى تحقق أكبر عائد للمشروع .

---

(1) I. Lapin, Quantitative Methods For Business Decisions, Harcourt, Newyork, 1976.

الشروط الواجب توافرها لتطبيق أسلوب البرمجة الخطية :

١ — أن يكون هناك هدف تسعى الإدارة إلى تحقيقه . فى العادة أن يكون هذا الهدف هو تحقيق أكبر ربح ممكن أو تخفيض التكاليف إلى أدنى حد ممكن .

٢ — أن يكون هناك أكثر من بديل لحل المشكلة . وهذه البدائل قد تكون على سبيل المثال .

(١) إنتاج منتج واحد أو أكثر .

(ب) نقل البضاعة بالسكك الحديدية أو بالطائرة أو عن طريق النقل البرى.

حـ) استخدام التلفزيون أو السينما فى الإعلان .

٣ — وجود قيود على عملية الاختيار . فمثلا قد يكون هناك حداً أقصى لما يكون للادارة الحصول عليه من مورد معين . قد يكون هناك حداً أقصى المبيعات الذى يستطيع السوق أن يستوعبه . حد أقصى للعمالة . . حد أقصى للمواد الخام الذى يستطيع المشروع الحصول عليه .

٤ — يجب أن يكون هناك علاقات ، تداخل ، تفاعلات بين العوامل المختلفة التى تتضمنها المشكلة ، مثال ذلك إذا كانت كمية المواد الخام محدودة فإن إنتاج كمية كبيرة من إحدى السلع معناه إنتاج كمية صغيرة من السلع الأخرى . أيضا إذا كان الربح الناتج من السلعة (١) هو ٥ جنيهات فى حين السلعة (ب) هو ٣ جنيهات فمعنى ذلك زيادة الإنتاج من السلعة (ب) يقلل الفرصة من إنتاج كمية كبيرة من السلعة (١) وبالتالى يقلل فرصة الربحية للمشروع كـكل .

٥ — توافر بيانات كمية عن المشكلة بحيث يمكن التعبير عن الهدف والقيود فى شكل معادلات رياضية خطية . ومعنى خطية أن العلاقات بين المتغيرات موضع البحث هى علاقات متناسبة تماماً بمعنى أن تغير ساعات تشغيل الآلة بنسبة ١٠٪ سيؤدى تلقائياً إلى تغيير قدره ١٠٪ فى كمية الإنتاج ، أى إذا وضعنا العلاقة بين هذين المتغيرين فى رسم بيانى ، كانت العلاقة تمثلها خطا مستقيما .

يستلزم الأمر للوصول إلى الحل الأمثل للمشكلة ، أن يتم ترجمة المشكلة فى نموذج رياضى والأمثلة التالية تبين ذلك :

المثال الأول : فى هذا المثال ، المشكلة التى تواجه الإدارة هى تحديد كمية المنتج من السلعتين التى يقوم المشروع بإنتاجهم .

١ — الربح الناتج من إنتاج وبيع وحدة واحدة من السلعة الأولى والتكن س عبارة عن ٢ جنيهان وبالنسبة للسلعة الثانية عبارة عن ٥ جنيهات .

٢ — تحتاج الوحدة الواحدة من السلعة الأولى إلى ٣ ساعات وعمل و ٩ وحدات من المواد الخام . أما السلعة الثانية فإن الوحدة الواحدة تحتاج إلى ٤ ساعات عمل و ٧ وحدات من المواد الخام .

٣ — الحد الأقصى لساعات العمل المتاحة عبارة عن ٣٠٠ ساعة والخامات المتاحة ٤٠٠ وحدة .

يلاحظ أن هذه المشكلة تتوافر فيها خواص المشاكل التى يمكن حلها بالتخطيط المستقيم .

١ — البدائل :

(أ) هناك ثلاث بدائل :

- إنتاج كمية معينة من السلعة الأولى فقط .
- إنتاج كمية معينة من السلعة الثانية فقط .
- إنتاج كمية معينة من كل من السلعتين معا .

(ب) البدائل لها صفة الخطية حيث أن كل وحدة تحتاج إلى وزن معين باستمرار من المواد الخام فمثلا إنتاج وحدة واحدة من السلعة الأولى يحتاج إلى ٩ وحدات من المواد الخام ، إنتاج وحدتان يستلزم ١٨ وحدة من المواد الخام وهكذا .

(ج) البدائل يمكن قياسها بشكل كمى فى صورة وحدات منتجة .

(د) البدائل مرتبطة حيث أن زيادة المنتج من السلعة الأولى يقلل من الكمية الممكن إنتاجها من السلعة الثانية .

٢ — القيـود :

(أ) وجود كمية محدودة من المواد الخام التي تصنع منها السلعتان .

(ب) وجود كمية محدودة من ساعات العمل المتاحة لإنتاج السلعتين .

٣ — الهـدف :

(أ) الهدف هو تحقيق أكبر ربح ممكن .

(ب) الهدف له صفة الخطية ، حيث أن إنتاج ١٠ وحدات من السلعة الأولى يحقق ربح قدره ٢٠ جنيها وإذا تم إنتاج ٢٠ وحدة من السلعة الأولى تحقق ربح قدره ٤٠ جنيها وهكذا . الهدف في هذه المشكلة هو تضخيم الربح الكلي ٢ س + ٤ ص ، هذا التضخيم يخضع القيود الخاصة بعدد ساعات العمل المحدودة وأيضاً إلى الكمية المحدودة من المواد الخام المتاحة . بمعنى آخر أن عدد ساعات العمل الواجب تخصيصها لإنتاج السلعتين لا يزيد عن عدد ساعات العمل المتاحة أي ٣ س + ٤ ص يجب أن يساوي ٣٠٠ ساعة عمل أو يقل عنه ، ذلك يتم التعبير عنه كما يلي :

٣ س + ٤ ص ≤ ٣٠٠

أيضا بالنسبة للقيد الثاني (المواد الخام المتاحة) ، لابد وأن تكون الكمية المطلوبة من المواد الخام لإنتاج السلعتين في حدود كمية المواد الخام المتاحة للمشروع . أي ٩ س + ٧ ص يجب أن يساوي ٤٠٠ وحدة من وحدات المواد الخام أو يقل عنه ، ذلك يتم التعبير عنه كما يلي :

٩ س + ٧ ص ≤ ٤٠٠

النموذج الرياضي الذي يمكن حله بواسطة البرمجة الخطية أصبح كالآتي :

معادلة الهدف ٢ س + ٥ ص = أكبر ربح ممكن .

قيد ساعات العمل ٣ س + ٤ ص ≥ ٢٠٠

قيد المواد الخام ٩ س + ٧ ص ≥ ٤٠٠

يمكن حل هذا النموذج الرياضى بعدة طرق

(ا) طريقة الرسم البيانى .

(ب) الطريقة الجبرية .

(ح) طريقة السمبلكس .

المثال الثانى : منشأة صناعية تستطيع إنتاج سلعتين ا ، ب : الربح من بيع وحدة من السلعة الأولى ٤ ج ، والربح من بيع وحدة من السلعة الثانية ٣ ج . الحد الأعلى للكمية الممكن بيعها من السلعة الأولى ٤٠٠٠ وحدة ومن السلعة الثانية ٦٠٠٠ وحدة . تصنع السلعتين من إحدى المواد الخام ولا يستطيع المشروع الحصول منها على أكثر من ٦٠٠٠ كيلو ، تحتاج الوحدة من السلعة الأولى على كيلو من هذه المادة الخام كما تحتاج الوحدة الواحدة من السلعة الثانية إلى ½ كيلو من هذه المادة الخام .

المطلوب : تحديد الكمية المنتجة من كلتا السلعتين أو إحداهما بحيث تحقق المنشأة أكبر ربح ممكن .

المثال الثالث : تقوم إحدى الشركات الصناعية بإنتاج سلعتين هما مراوح كهربائية (و) ومكاوى كهربائية (ك) وقد واجهت الشركة بعض المصاعب فى تخطيط الإنتاج بها ، وبعد دراسة الإمكانيات الإنتاج المتاحة ومتطلبات إنتاج كل من السلعتين ، تبين لإدارة الشركة أن نقط الاختناق فى عمليات الإنتاج بالشركة هما آلة التشكيل والمخزن . وقد تبين أن آلة التشكيل يمكنها العمل لمدة تسع ساعات فى اليوم ، بينما المساحة المخزنية المتاحة هى عشرة آلاف متر مربع .

يتطلب إنتاج اللوط من المراوح الكهربائية ثلاث ساعات من وقت آلة التشكيل وألفى (٢٠٠٠) متر مربع من مساحة المخزن بينما يتطلب إنتاج اللوط

من المكاوى الكهربائية ساعة واحدة من وقت آلة التشغيل والتى (٢٠٠٠) متر مربع من مساحة المخزن :

والمطلوب تخطيط الإنتاج بحيث يحقق أقصى ربح ممكن مع العلم بأن الربح الناتج من إنتاج وتسويق كل وحدة من المراوح الكهربائية هو ٤ ج وبالنسبه للمكواة الكهربائية مبلغ ٢ جنيه .

مراحل تنفيذ أسلوب البرامج الخطيه :

من الأمثلة السابقة يتضح أنه من اللازم ترجمة المشكلة الإدارية فى شكل نموذج رياضى وذلك باتباع عدة مراحل يمكن تلخيصها كما يلى :

١ — تمثيل الهدف المطلوب تحقيقه فى شكل دالة رياضية لتضخيم الربح أو تخفيض التكاليف كما يلى :

عدد الوحدات المقترح إنتاجها من السلعة أ × الربح المتوقع الحصول عليه من إنتاج وبيع وحدة واحدة من السلعة أ + عدد الوحدات المقترح إنتاجها من السلعة ب × الربح المتوقع الحصول عليه من إنتاج وبيع وحدة واحدة من السلعة ب .

٢ — تمثيل القيود التى لابد من ملاحظتها وأخذها فى الحسبان عند دراسة البدائل المختلفة فى شكل متباينات رياضية .

٣ — حل النموذج الرياضى .

المثال الرابع :

يقوم أحد المصانع بانتاج منتجين س ، ص ويمر الإنتاج فى قسمين إنتاجين ١ ، ٢ وتبلغ الطاقة القصوى لكل من قسمى الانتاج ٩٠ ، ٤٨ ساعة عمل مباشر على الترتيب فى الأسبوع .

فإذا كانت كل وحدة من المنتج س تحتاج إلى ٦ ساعات عمل مباشر فى قسم (١) وإلى ساعتين فى قسم (٢) بينما تحتاج كل وحدة من المنتج ص إلى ٣ ساعات فى قسم (١) و ٤ ساعات فى قسم (٢) وإذا كانت كل وحدة من المنتج س

تغل ربح إجمالى قدره ١٠ جنيهات وتغل كل وحدة من المنتج ص ٨ جنيهات والمطلوب تحديد عدد الوحدات الواجب إنتاجها من كل منتج أسبوعياً بقصد تضخيم الربح إلى أقصى حد ممكن

حل النموذج الرياضى :

سبق أن ذكرنا أنه يمكن حل النموذج الرياضى الخاص بأسلوب البرمجة الخطية بطرق ثلاث : طريقة الرسم البيانى — الطريقة الجبرية — طريقة السمبلكس .

طريقة الرسم البيـانى :

تستخدم طريقة الرسم البيانى لحل مشاكل البرمجة الخطية فى حالة وجود مشكلة لها متغيرين اثنين فقط ونعد لذلك مشكلة بسيطة لنأخذ المثال السابق لتوضيح هذه الطريقة .

١ — دالة الهدف ١٠ س + ٨ ص = أكبر ربح ممكن

بفرض أن الكمية المنتجة من السلعة الأولى = س ومن السلعة الثانية = ص

ثم نكوّن دالة الهدف عن طريق :

الكمية المنتجة من السلعة الأولى × الربح الناتج من الوحدة الواحدة + الكمية المنتجة من السلعة الثانية × الربح الناتج من الوحدة الواحدة .

٢ — المتباينات الخاصة بالقيود على الإنتاج :

فى هذا المثال تعد الطاقة القصوى لأقسام الإنتاج هى القيود أو المحددات التى يجب أن نتصرف فى حدودها .

القيد الأول : وهو خاص بالقسم الإنتاجى رقم (١) : هذا القسم طاقته القصوى ٩٠ ساعة وبالتالى لابد من تحديد كمية الإنتاج من السلعتين بحيث تحتاج فقط ٩٠ ساعة عمل مباشر أو أقل ومن الطبيعى تحديد كمية إنتاج تستلزم أكثر من الـ ٩٠ ساعة عمل مباشر يعد قراراً من الصعب تنفيذه وبالتالى فان :

احتياجات الكمية المطلوب إنتاجها من السلعة س من العمل المباشر + احتياجات الكمية المطلوب إنتاجها من السلعه ص من العمل المباشر لابد وأن يساوى ٩٠ ساعة عمل مباشر أو أقل

أى ٦ س + ٣ ص ≤ ٩٠ ساعة عمل مباشر .

القيد الثانى : نفس الكلام ينسحب على القيد الثانى الخاص بالقسم الإنتاجى رقم (٢) ٢ س + ٤ ص ≤ ٤٨ ساعة عمل مباشر .

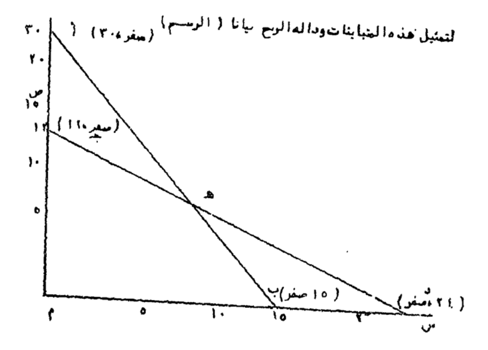
تلخيص النموذج الرياضى :

دالة الربح ١٠ س + ٩ ص = أكبر ربح ممكن

القيد الأول ٦ س + ٣ ص ≤ ٩٠

القيد الثانى ٢ س + ٤ ص ≤ ٤٨

لتمثيل هذه المتباينات ودالة الربح بيانا (الرسم)



١ — يمثل المحور الأفقى وحدات المنتج س

٢ – يمثل المحور الرأسى وحدات المنتج ص

٣ – يتم تمثيل القيد الأول ٦ س + ٣ ص ≥ ٩٠ على الرسم البيانى وذلك برسم خط يمثل المعادلة ٦ س + ٣ ص = ٩٠ لرسم هذا الخط نحتاج إلى نقطتين على الرسم البيانى اللذين يحددان مسار الخط وبفرض أن قيمة س = صفر فان ص سوف تساوى ٣٠ وبالتالى النقطة الأولى هى (صفر ، ٣٠) بفرض أن قيمة ص = صفر فان س سوف تساوى ١٥ وبالتالى فان النقطة الثانية هى (١٥ ، صفر) هذين النقطتين (صفر ، ٣٠) أو ا ، (١٥ ، صفر) أو ب يحددان مسار الخط ا ب الذى يمثل المعادلة ٦ س + ٣ ص = ٩٠ أما عن المتباينة ٦ س + ٣ ص ≥ ٩٠ فإن أى نقطة فى المثلث ا ب م (تحت الخط ا ب) تحقق احترام المتباينة أو القيد الأول .

٤ – يتم تمثيل القيد الثانى بنفس الطريقة وذلك برسم خط يمثل المعادلة ٢ س + ٤ ص = ٤٨ . لرسم هذا الخط نحتاج إلى نقطتين . نفرض أن قيمة (صفر ، ١٢) أو حـ . بفرض أن قيمة ص = صفر فان س سوف تساوى ٢٤ وبالتالى فإن النقطه الثانية ستكون (٢٤ ، صفر) أو د . هذين النقطتين حـ ، د يحددان مسار الخط حـ ى ويمثلان المعادلة ٢ س + ٤ ص = ٤٨ . أى نقطه تقع تحت الخط حـ ى تحترم القيد الثانى أو بمعنى آخر تمثل المتباينة .

٢ س + ٤ ص ≥ ٤٨

٥ – لحل هذه المشكلة فنحن نرغب فى الحصول على خلطة منتجات (كمية منتج من س وكمية منتج من ص) بحيث تحترم جميع القيود . من الطبيعى أن أى نقطة فى المنطقة هـ ب م حـ تحترم القيود الخاصة بهذه المشكلة .

٩ — فى الحقيقة نحن نبحث عن أحسن حل . الذى يحقق أكبر عائد ممكن فلنأخذ على سبيل المثال النقط م ، ب ، حـ ، وذلك لمعرفة أيهما أكثر ربحية كما يلى :

النقطة	كمية الإنتاج السلعة س	السلعة ص	دالة الربح ١٠س + ٩ص = أكبر ربح ممكن	مجموع الربح الإجمالى
م	صفر	صفر	صفر + صفر	صفر
ب	١٥	صفر	١٥٠ + صفر	١٥٠
هـ	١١	٧	١١٠ + ٦٣	١٧٣
حـ	صفر	١٢	صفر + ١٠٨	١٠٨

ومن الطبيعى أن أحسن حل لهذه المشكلة هو أن تقوم المنشأة بانتاج ١١ وحدة من السلعة س ، ٧ وحدات من الوحدة ص .

يلاحظ كما سبق أن ذكرنا بأن حل المشاكل الإدارية عن طريق أسلوب البرمجة الخطية قد يتعذر معه استخدام طريقة الرسم البيانى وذلك فى حالة التعامل مع أكثر من متغيرين فى المشكلة . ولما كانت المشاكل الإدارية كثيراً ما تحتوى على أكثر من عاملين لذا وجب الأمر التفكير فى حل مشاكل البرمجة الخطية عن طريق وسائل أخرى غير الرسم البيانى فضلا عن أن طريقة الرسم البيانى ليست بالدقيقة ١٠٠ ٪ .

طريقة السمبلكس Simplex

تمتاز طريقة السمبلكس بأنها يمكنها أن تتعامل مع عدد من المتغيرات يزيد على اثنين وتتلخص مراحلها فيما يلى :

١ — تحويل المشكلة الإدارية إلى نموذج رياضى (دالة الهدف المطلوب تحقيقه ومتباينات القيود المحددة) .

٢ — الحصول على الحل المبدئى الذى يحترم القيود الخاصة بالمشكلة .

٣ — اختبار هذا الحل فى ضوء دالة الربحية وتحسينه عن طريق التعديل فى قيم المتغيرات الخاصة بالمشكلة .

٤ — تكرار الخطوة السابقة حتى تحصل على الحل الأمثل .

<u>حل المثال الثانى بواسطة أسلوب السمبلكس :</u>

١ — يتم بناء النموذج الرياضى لحل المشكلة كما يلى :

$س_1$ تمثل الكمية المنتجة من السلعة الأولى .

$س_2$ تمثل الكمية من السلعة الثانية .

$س_1$ يجب أن تساوى أو تقل عن ٤٠٠٠ .

أى $س_1 \leqslant ٤٠٠٠$.

$س_2$ يجب أن تساوى أو تقل عن ٦٠٠٠ .

أى $س_2 \leqslant ٦٠٠٠$.

المنتج من السلعتين يجب أن يحتاج فقط إلى ٦٠٠٠ كيلو من المواد الخام .

أى أن $س_1 \times ١ + س_2 \times \frac{١}{٢} \leqslant ٦٠٠٠$

$س_1 + \frac{١}{٢} س_2 \leqslant ٦٠٠٠$

دالة الربحية كما يلى : $٤ س_1 + ٣ س_2$ = أكبر ربح ممكن .

٢ — يتم تحويل المتباينات الخاصة بقيود المبيعات والمادة الخام إلى معادلات لما كان من الصعب التعامل مع المتباينات رياضيا ، وجب الأمر أن يتم

تحويلها إلى معادلات وذلك بإضافة بعض المتغيرات الجديدة ، تسمى هذه المتغيرات بالمكملات .

فعند تحويل $س_١ > ٤٠٠٠$ إلى معادلة نفرض أن $س_٣$ تمثل الكمية التى لن تنتجها من السلعة $س_١$ أى $س_١ + س_٣ = ٤٠٠٠$. هذا معناه أن الكمية المنتجة من السلعة $س_١$ تتراوح ما بين صفر و ٤٠٠٠ وحدة ، فإذا كانت صفر فإن الكمية التى لن تنتجها من السلعة الأولى ستكون ٤٠٠٠ وحدة أما إذا كانت ١٠٠٠ وحدة فإن الكمية التى لن تنتجها من السلعة الأولى عبارة عن ٣٠٠٠ وحدة وهكذا .

وبالمثل يمكن أن نقول $س_٢ + س_٤ = ٦٠٠٠$ وذلك لتحويل المتباينة الخاصة بقيد المبيعات الثانى إلى معادلة .

وكذلك بالنسبة للمواد الخام $س_١ + \frac{٢}{٣} س_٢ + س_٥ = ٦٠٠٠$

ومن الطبيعى أن أى وحدة من وحدات المكملات تحقق ربح صفر ومن المفروض أن الحل الأمثل يحاول تقليل المكملات إلى أقل حد ممكن وبالتالى فإن معادلة الهدف سوف تكون :

$٤ س_١ + ٣ س_٢ + صفر \times س_٣ + صفر \times س_٤ + صفر س_٥$
$=$ الربح الكلى .

٣ — أصبح لدينا الآن أربع معادلات وهى .

معادلة الربحية $٤ س_١ + ٣ س_٢ + صفر \times س_٣ + صفر \times س_٤ + صفر \times س_٥$

قيد المبيعات الأول $س_١ + س_٣ = ٤٠٠٠$

قيد المبيعات الثانى $س_٢ + س_٤ = ٦٠٠٠$

قيد المواد الخام $س_١ + \frac{٢}{٣} س_٢ + س_٥ = ٦٠٠٠$

الخطوة الثالثة هى وضع هذه البيانات فى شكل جـــدول يسمى جدول السمبلكس كما يلى :

جدول السمبلكس الأول

٤	٣	صفر	صفر	صفر			
$س_1$	$س_2$	$س_3$	$س_4$	$س_5$	س صفر		
+١		+١			٤٠٠٠	$س_3$	صفر
	+١		+١		٦٠٠٠	$س_4$	صفر
+١	$\frac{٢}{٣}$		+١		٦٠٠٠	$س_5$	صفر
صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	أ ج
— ٤	— ٣	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	أج-دج

تفسير الجدول السابق :

١ — وضعت معادلة للربحية فى أعلى الجدول وسميت باسم د ج .

٢ — ثم وضع المتغيرات الأصلية أولا ثم المكملات .

٣ — ثم وضع المعادلات فى الجدول وسمى كل صف باسم المكمل الموجود فى المعادلة.

٤ — سمى العمود الذى يمثل الطرف الرقمى من المعادلة باسم س صفر

٥ — الخلايا الفارغة يفترض أن فيها أصفار .

٦ — وضع بجوار كل مكمل ربحه وهو صفر بالنسبة لـ $س_3$ ، $س_4$ ، $س_5$

٧ — ثم إضافة صفان (أج) ، (أج — دج) وذلك لمراجعة واختبار الحل .

- صف أ ج وهو بالنسبة لكل عمود عبارة عن مجموع حاصل ضرب الأرقام الموجودة فى ذلك العمود × الأرقام الموجودة فى عمود د ج .

- صف (أج — دج) وهو بالنسبة لكل عمود = الرقم الموجود فى ذلك العمود فى صف أج . ناقصاً الرقم الموجود أعلى ذلك العمود فى صف دج

هذا الجدول يمثل الحل المبدئى وفيه $س_٣$ = ٤٠٠٠ ، $س_٤$ = ٦٠٠٠ ، $س_٥$ = ٦٠٠٠

وبالتالى فإن الربح المحقق من هذا الحل هو = ٤٠٠٠ × صفر + ٦٠٠٠ × صفر + ٦٠٠٠ × صفر = صفر

ومعنى ذلك أننا لن ننتج أى شىء للآن وبالتالى لم نحقق أى ربح .

٤ — لكى نبدأ فى الإنتاج وبالتالى تحقيق ربح فلابد من أن نقوم بإحلال $س_١$ أو $س_٢$ لتأخذ مكان المكملات $س_٣$ أو $س_٤$ أو $س_٥$. بمعنى آخر لابد من إحلال أحد الأعمدة محل أحد الصفوف . ولذا فإن الخطوة التالية هى اختيار عمود ما ليحل محل أحد الصفوف .

ولاختيار العمود فإننا ننظر إلى صف المراجعة (ح — ق ح) ونختار أكبر قيمة سالبة وفى مثلنا هذا نجد العمود $س_١$ يحتوى على أكبر قيمة سالبة فى الصف ح — ق ح ولاختيار الصف الذى سيتم نقل العمود مكانه يتم إجراء الآتى :

(أ) يتم حساب النسبة بين كل قيمة فى العمود س صفر وبين نظيرتها فى العمود المنقول كما يلى :

$$\text{صف } س_٣ \text{ النسبة} = \frac{٤٠٠٠}{١} = ٤٠٠٠$$

$$\text{صف } س_٤ \text{ النسبة} = \frac{٦٠٠٠}{\text{صفر}} = \text{مالا نهاية}$$

$$\text{صف } س_٥ \text{ النسبة} = \frac{٦٠٠٠}{١} = ٦٠٠٠$$

(ب) يتم اختيار الصف ذو النسبة الموجبة الأقل وفى مثلنا هذا هو الصف $س_٣$

٥ — لحساب قيم الجدول الثانى يلزم الأمر معرفة قيمة المفتاح وهو يمثل الرقم الموجود فى الخلية التى تعتبر نقطة التقاء العمود المنقول والصف المنقول وفى مثالنا هذا هى الخلية = س٢ س٤ والمفتاح هنا قيمته + ١ . ويتم حساب قيم الجدول الثانى على أربع مراحل: حساب قيم الصف الجديد، حساب باقى الجدول، حساب قيم الصف أ ج ، وحساب قيم الصف أ ج - د ج .

حساب قيم الصف الجديد:

القيمة التى ستوضع فى خلية ما فى الصف الجديد = القيمة التى كانت موجودة فى تلك الخلية مقسومة على المفتاح .

حساب باقى قيم الجدول :

القيم الجديدة فى خلية ما = القيمة التى كانت موجودة فى تلك الخليـة ... (القيمة الموجودة عند نقطة التقاء تلك الخلية بالعمود المنقول × القيمة الموجو... عند نقطة التقائها بالصف المنقول) × $\frac{1}{\text{المفتاح}}$

حساب قيم الصف أ ج ، الصف أ ج — د ج كما تم حسابهما فى الجـ...

حساب قيم الصف الجديد:

الصف الجديد سيكون س١ ولما كان المفتاح = ١ فإن قيم الصف الجد... سوف تكون مماثلة تماماً لقيم الصف القديم .

الخلية	القيمة القديمة	المفتاح	القيمة الجديدة
س١ س٢	صفر	١	صفر
س١ س٣	١	١	١
س١ س٤	صفر	١	صفر
س١ س٥	صفر	١	صفر
س١ س صفر	٤٠٠	١	٤٠٠

حساب قيم باقي الصفوف:

الخلية	القيمة القديمة	— نقطة الالتقاء بالعمود المنقول × نقطة الالتقاء بالصف المنقول / المفتاح	= القيمة الجديدة
س$_{٤}$ س$_{١}$	صفر	— $\frac{\text{صفر} \times ١}{١}$	= صفر
س$_{٤}$ س$_{٢}$	١	— $\frac{\text{صفر} \times \text{صفر}}{١}$	= ١
س$_{٤}$ س$_{٣}$	صفر	— $\frac{\text{صفر} \times ١}{١}$	= صفر
س$_{٤}$ س$_{٤}$	١	— $\frac{\text{صفر} \times \text{صفر}}{١}$	= ١
س$_{٤}$ س$_{٥}$	صفر	— $\frac{\text{صفر} \times \text{صفر}}{١}$	= صفر
س$_{٤}$ س$_{\text{صفر}}$	٦٠٠٠	— $\frac{\text{صفر} \times ٤٠٠٠}{١}$	= ٦٠٠٠
س$_{٥}$ س$_{١}$	١	— $\frac{١ \times ١}{١}$	= صفر
س$_{٥}$ س$_{٢}$	$\frac{٢}{٣}$	— $\frac{١ \times \text{صفر}}{١}$	= $\frac{٢}{٣}$
س$_{٥}$ س$_{٣}$	صفر	— $\frac{١ \times ١}{١}$	= −١
س$_{٥}$ س$_{٤}$	صفر	— $\frac{١ \times \text{صفر}}{١}$	= صفر
س$_{٥}$ س$_{٥}$	١	— $\frac{١ \times \text{صفر}}{١}$	= ١
س$_{٥}$ س$_{\text{صفر}}$	٦٠٠٠	— $\frac{١ \times ٤٠٠٠}{١}$	= ٢٠٠٠

الجـــدول الثانى

ع	٣	صفر	صفر	صفر			دج
س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س صفر		
١	صفر	١	صفر	صفر	٤٠٠٠	س١	٤
صفر	١	صفر	١	صفر	٦٠٠٠	س٤	صفر
صفر	٣	-١	صفر	١	٢٠٠٠	س٥	صفر
٤	صفر	٤	صفر	صفر	١٦٠٠٠	أج	
صفر	-٣	٤	صفر	صفر	١٦٠٠٠	أج-دج	

هذا الحل أمكن تحقيق بعض الربح كما يلى :

٤٠٠٠ وحدة من المنتج س١ × ٤ + ٦٠٠٠ وحدة من س٤ × صفر
+ ٢٠٠٠ وحدة من س٥ × صفر = ١٦٠٠٠ جنيهاً .

السؤال الآن الذى يتبادر إلى الذهن ، هل هذا الحل هو أحسن حل ممكن ؟ يلاحظ أن طريقة السمبلكس يمكنها أن تقدم إجابة لهذا السؤال إذا كانت هناك قيم سالبة فى الصف أج-دج فمعنى ذلك أننا لم نصل بعد إلى الحل الأمثل وبالتالى يتطلب الأمر تكرار الخطوات السابقة (اختيار عمود لنقله ليحل محل أحد الصفوف وحساب قيم الجدول الجديد) حتى نصل إلى جميع القيم موجبة فى الصف أج ـ دج وبذلك نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل .

تطبيقـــات

تطبيق رقم (١) :

تقوم إحدى الشركات الصناعية بإنتاج ثلاث مقاسات مختلفة من الثلاجات . يتحتم الأمر أن تجرى عمليات صناعية لإنتاج هذه الثلاجات فى قسمين للإنتاج . تبلغ الطاقة الإنتاجيه القصوى لكل قسم ١٢٠٠٠ ساعة عمـــل . الوقت اللازم لإنتاج الثلاجات المختلفة فى كل قسم كما يلى :

	القسم الأول	القسم الثانى
ثلاجة ٨ قدم	ساعتان	ساعة ونصف
ثلاجة ١٠ قدم	ساعة	ساعتان
ثلاجة ١٢ قدم	ساعتان	أربع ساعات

تواجه الإدارة مشكلة تحديد الكمية الواجب إنتاجها عن كل نوع من الثلاجات بحيث تحقق أكبر ربح ممكن . ملحوظة الربح الإجمالى من بيع الثلاجات المختلفة هو ٢٠ جنيهاً بالنسبة للثلاجة ٨ قدم ، ١٥ جنيهاً بالنسبة للثلاجة ١٠ قدم ، ٨ جنيهات الثلاجة ١٢ قدم .

تطبيق رقم (٢) :

شركة النصر لإنتاج الراديوهات تقوم بإنتاج ثلاث موديلات من أجهـــزة الراديو ، موديل ا ، موديل ب ، موديل حـ . الربح المتوقع من بيع الراديو من كل نوع هو ٨ جنيه ، ١٥ جنيه ، ٢٥ جنيه على التوالى .

كل جهاز من أجهزة الراديو يتطلب عمليات إنتاجيـــة خاصة بالتصنيع ،

التجميع والتعبئة ، والجدول التالى يعطى عدد الساعات المطلوبة لإنتاج كل نوع من الأنواع الثلاثة فى أقسام الإنتاج المختلفة .

الموديل	قسم التصنيع	قسم التجميع	قسم التعبئة
ا	٣ ساعات	٣,٥ ساعة	٥ ساعات
ب	٤ ساعات	٥ ساعات	٨ ساعات
حـ	ساعة/واحدة	١,٥ ساعة	٣ ساعات

فإذا علمت أن المنشأة تتوقع أن تكون الطاقة الإنتاجية فى الأقسام المختلفة فى الأسبوع القادم كما يلى :

قسم التصنيع ١٥٠ ساعة عمل

قسم التجميع ٢٠٠ ساعة عمل

قسم التعبئة ٦٠ ساعة عمل

المطلوب تحديد الكمية التى يجب أن تقوم هذه الشركة بإنتاجها من كل موديل حتى تحقق أكبر ربح ممكن .

تطبيق رقم (٣) :

تقوم شركة النصر بإنتاج ثلاجات، مواقد البوتاجاز ، وغسالات كهربائية، من المتوقع فى خلال الثلاثة شهور القادمة أن لا تزيد المبيعات من هذه المنتجات عن ٢٠٠٠ ثلاجة ، ١٥٠٠ بوتاجاز ، ١٠٠٠ غسالة .

تتوقع الشركة أن يكون الربح من هذه المنتجات كما يلى :

الربح من بيع ثلاجة واحدة ٣٠ جنيهاً .

الربح من بيع بوتاجاز واحد ١٠ جنيهات .

الربح من بيع غسالة واحدة ٢٠ جنيهاً .

الطاقة الإنتاجية المتاحة لمصنع هذه الشركة هو ٨٥٠٠ ساعة عمل فى خلال

الثلاثة شهور القادمة تحتاج الثلاجة إلى ٥ ساعات والبوتاجاز ساعتان، والغسالة ساعة ونصف عمل .

المطلوب تحديد عدد الثلاجات والبوتاجازات ، الغسالات الواجب إنتاجها فى الثلاثة شهور القادمة وذلك حتى نستطيع أن تحقق أكبر ربح ممكن .

تطبيق رقم (٤) :

تقوم إحدى المنشآت بتصنيع ثلاثة سلع وبتلك المنشأة ثلاثة أقسام إنتاجية، تمر السلعة الأولى بالقسم الأول ثم الثانى ثم الثالث ، وتمر السلعة الثانية بالقسم الأول ثم الثالث ثم الثانى ثم الثالث مرة أخرى ، وتمر السلعة الثالثة بالقسم الثانى ثم القسم الثالث فقط :

وكانت الطاقة الإنتاجية للأقسام المختلفة كما يلى :

القسم	الطاقة الإنتاجية
الأول	١٧٦٦ ساعه
الثانى	٦٢٤ ساعه
الثالث	٤١٦ ساعه

فإذا أعطيت البيانات المتوفرة فى الجدول التالى ، فكيف يمكن تحديد كمية الإنتاج من كل سلعة من السلع الثلاث بحيث يتم تحقيق أكبر ربح ممكن

السلعه	القسم الانتاجى	الزمن اللازم	الحد الأقصى للمبيعات	الربح فى الطن
الأولى	رقم ١	٣,٥ ساعه للطن	٢٥٠ طن فى الشهر	٢٥ ج
	رقم ٢	٠,٨٣ ساعه للطن		
	رقم ٣	٠,٦٧ ساعه للطن		

السلعه	القسم الإنتاجي	الزمن اللازم	الحد الأقصى للمبيعات	الربح فى الطن
الثانيه	قسم ١	٢,٨ ساعه للطن	١٢٥٠ شهريا	٢٥ج
	قسم ٢	٠,٣٣ ساعه للطن		
	قسم ٢	٠,٨٣ ساعه للطن		
	قسم ٣	٠,٦٧ ساعه للطن		
الثالثة	قسم ٢	١,٠٤ ساعه للطن	١٥٠٠ طن فى الشهر	٤٠ج
	قسم ٣	٠,٨٣ ساعه للطن		

تطبيق رقم (٥) :

ترغب إحدى الشركات فى تحديد عدد السخانات والبوتاجازات التى تقوم بإنتاجهم فى الشهر القادم بحيث تحقق أكبر ربح ممكن وذلك بمعلوميه البيانات الآتيـــه :

(١) الربح الناتج من بيع السخان ٨ جنيهات و٦ جنيهات من البوتاجاز.

(٢) يستلزم الأمر أن يتم إنتاج السخانات والبوتاجازات فى قسمين : يحتاج إنتاج السخان إلى ١٢ ساعه عمل فى القسم الأول وإلى ٤ ساعات فى القسم الثانى أما بالنسبه للبوتاجاز فإنه يحتاج إلى ٦ ساعات عمل فى القسم الأول وإلى ٧ ساعات عمل فى القسم الثانى.

(٣) الطاقة الإنتاجية القصوى فى القسم الأول ١٨٠ ساعه وفى القسم الثانى ٩٦ ساعه عمل فى خلال الشهر القادم.

تطبيق رقم (٦) :

تقوم شركه النصر بإنتاج ثلاجات مواقد للبوتاجاز ، وغسالات كهربائية

من المتوقع ألا تزيد المبيعات فى خلال الثلاثة شهور القادمة من هذه المنتجات عن ٢٠٠٠ ثلاجه ، ١٥٠٠ بوتاجاز ، ١٠٠٠ غسالة ، تحقق الشركة أرباح من بيع الثلاجة الواحدة قدرها ٣٠ ج ، ومن البوتاجاز الواحد ١٠ ج . ومن الغسالة الواحدة ٢٠ ج . ويتم إنتاج هذه المنتجات فى قسم واحد طاقته الإنتاجية فى خلال الثلاثة شهور القادمة ٨٥٠٠ ساعه عمل ، وتحتاج الثلاجه إلى ٥ ساعات عمل ، البوتاجاز ساعتين ، والغسالة إلى ساعه ونصف .

المطلوب مستخدما أسلوب السمبلكس تحديد عدد الثلاجات ، البوتاجازات ، والغسالات الواجب إنتاجها فى الثلاثة شهور القادمة بحيث تحقق شركة النصر أكبر ربح ممكن .

تطبيق رقم (٧) :

المطلوب مستخدما أسلوب السمبلكس تخطيط الإنتاج لإحدى المصانع التى تنتج ثلاثة أنواع من السلع بحيث يمكنها تحقيق أعظم ربح ممكن فى ضوء البيانات الآتية :

السلعة	صافى ربح الوحدة	طاقة السوق الاستيعابية فى الأسبوع	عدد ساعات التشغيل فى أقسام المصنع المختلفه		
			القسم الأول	القسم الثانى	القسم الثالث
أ	٣٠ج	٢٠٠٠ وحدة	ساعه	ساعتين	ساعه
ب	٢٠ج	١٥٠٠ "	ساعتين	ساعه	ساعه
ح	١٠ج	١٠٠٠ "	٣ساعات	ساعه	ساعه
عدد الساعات المتاحة فى أقسام المصنع المختلفة أسبوعيا			٣٠٠ساعه	٢٠٠ساعه	١٠٠ساعه

استخدام أسلوب السمبلكس فى حل المشاكل التى تتعلق بتخفيض التكاليف

(Cost minimiation)

لنفرض أن لدينا مصنعاً للاخشاب يتخصص فى إنتاج الكراسى والمناضد الخشبية وإنتاج هذه المنتجات يتطلب الأمر مرورهما على مجموعة من العمليات الصناعية فى مركزين إنتاجين ص١ ، ص٢ . تبلغ الطاقة الإنتاجية القصوى لهذين المركزين فى الأسبوع كما يلى :

المركز الإنتاجى	الطاقة الإنتاجية
ص١	١٨٠ ساعه
ص٢	٩٦ ساعه

وأن عدد الساعات المطلوبة لإنتاج كل منتج فى كل مركز وكذلك تكاليف الإنتاج كما يلى :

المنتج	ص١	ص٢	تكاليف إنتاج الوحدة
الكراسى (س١)	٦ ساعه	٢ ساعه	١٠ جنيهات
المناضد (س٢)	٣ ساعه	٤ ساعه	٨ جنيهات

المطلوب تحديد عدد الوحدات الواجب انتاجها من الكراسى والمناضد الخشبية حتى تتحمل المنشأة أقل تكلفة ممكنة .

فى هذا المثال تتوافر الشروط الخاصة باستخدام أسلوب البرمجه الخطية كما يلى : -

١ — وجود هدف تسعى الإدارة إلى تحقيقه وهو تخفيض تكاليف إنتاج الكراسي والمناضد الخشبية إلى أقل ما يمكن .

٢ — وجود أكثر من بديل لحل المشكلة :

(أ) إنتاج كراسي خشبية فقط .

(ب) إنتاج مناضد خشبية فقط .

(ج) إنتاج خليط (مزيج) من كل المناضد والكراسي الخشبية .

٣ — وجود قيود أو محددات على عملية الاختيار :

الطاقة الإنتاجية للأقسام الصناعية محددة بعدد معين من الساعات أسبوعياً : فالقسم الصناعي الأول لا يستطيع أن يعطى أكثر من ١٨٠ ساعة إنتاج أسبوعياً وكذلك القسم الصناعي الثاني لا يستطيع أن يعطى أكثر من ٩٦ ساعه إنتاج أسبوعياً .

٤ — وجود علاقات بين بدائل الإنتاج المختلفة ، فمثلا زيادة الإنتاج من الكراسي الخشبية سيكون على حساب العدد المنتج من المناضد الخشبية والعكس أيضاً صحيح .

٥ — توافر بيانات كمية عن المشكلة بحيث يمكن التعبير عن الهدف والقيود في شكل معادلات رياضية خطية ، فهنا زيادة عدد الكراسي المنتجه بمقدار كراسي واحد سوف يؤدى إلى زيادة تكاليف الإنتاج بمقدار ١٠ جنيه وزيادة عدد الكراسي المنتجه بمقدار ٢ كرسي سوف يؤدى إلى زيادة تكاليف الإنتاج بمقدار ٢٠ جنيه وهكذا . إذا تم تصوير هذه البيانات بيانيا سينتج لنا خطاً مستقيما .

<u>بناء النموذج الرياضى :</u>

. . معادلة الهدف .

بفرض أن تكلفة التشغيل في الساعة في مركز الإنتاج الأول = ص١

ويلاحظ أنه على عكس مشاكل تعظيم الأرباح فإن الصف (ت – د ت) [illegible] تظهر به قيم موجبة وبالتالى فإن هذا الجدول لا يمثل الحل الأمثل ويتطلب الأمر إعداد جـــدول آخر . بمعنى آخر يجب إحلال أحد الأعمدة محل أحد الصفوف . .

اختيار العمود المنقول :

يتم اختيار العمود الذى تظهر فيه أكبر قيمة موجبة فى الصف (ت – د ت) ولما كانت قيم هـ تمثل تكلفة مرتفعة للغاية فإن العمود ص١ يمثل أكبر قيمة موجبة .

اختيار الصف المنقول:

يتم اختيار الصف المنقول عن طريق حساب النسبة بين كل قيمة فى العمود ص صفر وبين نظيرتها فى العمود المنقول كما يلى:

$$\text{صف هـ}_{١} \quad \text{النسبة} = \frac{١٠}{٦} = ١٫٦٧$$

$$\text{صف هـ}_{٢} \quad \text{النسبة} = \frac{٨}{٣} = ٢٫٦٧$$

يتم اختيار الصف ذو النسبة الموجبة الأقل وفى مثلنا هذا هو الصف هـ١ [illegible]

لحساب قيم الجدول الثانى يلزم الأمر معرفة المفتاح وهو يمثل الرقم الموجود فى الخلية التى تعتبر نقطة إلتقاء العمود المنقول والصف المنقول وفى مثلنا هذا هى الخلية هـ١ ص١ والمفتاح هنا قيمته ٦ ويتم حساب قيم الجدول الثانى على أربع مراحل: حساب قيم الصف الجديد ، حساب باقى الجدول ، حساب قيم الصف ت ، حساب قيم الصف ت – د ت .

حساب قيم الصف الجديد (ص١) وذلك بقسمة قيم الصف القديم (هـ١) على المفتاح (٦) كما يلى :

القديم هـ١	٦	٢	١-	صفر	١	صفر	١٠
الصف الجديد ص١	١	٫٣١	-٫١٧	صفر	٫١٧	صفر	١٫٦٧

لنفرض أن تكلفة التشغيل فى الساعه فى مركز الإنتاج الثانى = $ص_٢$
وبالتالى فإن الهدف يكون :

١٨٠ $ص_١$ + ٩٦ $ص_٢$ = أقل تكلفه ممكنة :

٢ ــ القيود وضعها فى شكل متباينات

٦ $ص_١$ + ٢ $ص_٢$ ≥ ١٠ [الكراسى]

٣ $ص_١$ + ٤ $ص_٢$ ≥ ٨ [المناضد]

٣ ــ تحويل اللامعادلات إلى معادلات

٦ $ص_١$ + ٢ $ص_٢$ ــ $ص_٣$ + $هـ_١$ = ١٠

٣ $ص_١$ + ٤ $ص_٢$ ــ $ص_٤$ + $هـ_٢$ = ٨

ويلاحظ أنه أضيف متغيرات صناعية ($هـ_١$ ، $هـ_٢$) وذلك لتلافى أثر القيم السالبة ($ص_٣$ ، $ص_٤$) .

٤ ــ بناء الجدول الأول :

الجدول الأول

١٨٠	٩٦	صفر	صفر	هـ	هـ	← دت	↓
$ص_١$	$ص_٢$	$ص_٣$	$ص_٤$	$هـ_١$	$هـ_٢$	ص صفر	
٦	١٠	١ــ	صفر	١	صفر	١٠	$هـ_١$ هـ
٣	٤	صفر	١ــ	صفر	١	٨	$هـ_٢$ هـ
٩هـ	٦هـ	ــ هـ	ــ هـ	هـ	هـ	١٨هـ	اث
٩هـ ١٨٠	٦هـ-٩٦	ــ هـ	ــ هـ	صفر	صفر		اث-دث

حساب قيم باقى الصفوف من طريق المعادلة :

القيمة الموجودة فى الخلية = القيمة التى كانت موجودة فى تلك الخلية — القيمة الموجودة عند نقطة التقاء تلك الخلية بالعمود المنقول × القيمة الموجودة عند نقطة التقاؤها بالصف المنقول × $\frac{1}{\text{المفتاح}}$

ويلاحظ أن هنا باقى الصفوف صفاً واحداً فقط وهو صف هـ٢ يتم حساب القيم الجديدة كما يلى :

الخلية	القيمة القديمة —	(نقطة الالتقاء بالصف المنقول × نقطة الالتقاء بالعمود المنقول) ÷ المفتاح	= القيمة الجديدة
هـ٢ ص١	٣	— (٦ × ٣) ÷ ٦	= صفر
هـ٢ ص٢	٤	— (٢ × ٣) ÷ ٦	= ٣
هـ٢ ص٣	صفر	— (−١ × ٣) ÷ ٦	= ½
هـ٢ ص٤	−١	— (صفر × ٣) ÷ ٦	= −١
هـ٢ هـ١	صفر	— (١ × ٣) ÷ ٦	= −½
هـ٢ هـ٢	١	— (صفر × ٣) ÷ ٦	= ١
هـ٢ ص صفر	٨	— (٠ × ٢) ÷ ٦	= ٣

ثم يتم تصوير الجدول الثانى كما يلى على أن يتم حساب قيم الصفوف ا ت ،
ا ت — د ت كالمعتاد .

الجـــدول الثانى

١٨٠	٩٦	صفر	صفر	هـ	هـ		→ دت ↓
ص١	ص٣	ص٣	ص٤	هـ١	هـ٢	ص صفر	
١	٣١,	−١٧,	صفر	١٧,	صفر	١,٦٧	ص١ ١٨٠
صفر	٣	٥,	−١	−٥,	١	٣	هـ٢ هـ
١٨:	٦٠ + ٣ هـ	٣٠ + ٥,هـ	−هـ	٢٠ − ٥,هـ	هـ	٣٠٠ + ٣هـ	ات
صفر	٣ هـ − ٣٦	٣٠ + ٥,هـ	−هـ	٣٠ − ١,٥هـ	صفر	٣٠٠ + ٣هـ	ات − دت

ومن الجدول السابق نجد أن بعض الخلايا فى الصف ا ت — د ت مازالت موجبة وبذلك لا يعطينا الجدول الثانى الحل الأمثل ويتطلب الأمر تكرار عمل جدول ثالث ثم نقوم باختياره حتى نصل إلى الوضع الذى فيه الصف ا ت — د ت يحتوى على قيم سالبة أو أصفار .

تطبيقات

(١)

شركة القاهرة للأدوية تستخدم نوعان من مراقبي الجـــودة طبقا لدقتهم وسرعتهم فى عملية فحص الأدوية :

الفئة الأولى إنتاجيته فى الساعه ٤٠ وحدة بدرجة دقه ٩٨ ٪

الفئة الثانيه إنتاجيته فى الساعه ٣٠ وحدة بدرجه دقه ٩٥ ٪

وتقوم شركة القاهرة بتحديد الاجور لهؤلاء العاملين على أساس جنيهان فى الساعه الفئة الأولى ، مائة خمسون وسبعون قرش فى الساعه للعامل من الفئة الثانية ، وأمام المنشأة ٨ أشخاص تتوافر فيهم شروط الفئة الأولى ، عشرة أشخاص تتوافر فيهم شروط الفئة الثانية وترغب فى تعيين عدد من كل نوع ،

ما هو تعتقد للعدد الواجب تعيينه من كل نوع إذا علمت أن:

١ ـــ عدد الواحدات التى تنتجها المنشأة هو ٢٠٠ وحدة فى الساعه.

٢ ـــ عدد ساعات العمل اليومى ٨ ساعات.

٣ ـــ خسارة المنشأة الناتجة من كل خطأ يرتكبه أحـــد العاملين فى قسم مراقبة الجودة عبارة عن عشرة قروش .

(٢)

شركة النسر لإنتاج أجهزة الراديو تقوم بإنتاج ٣ موديلات موديل (أ) ، موديل (ب) ، موديل (حـ) . الربح المتوقع من بيع الراديو من كل نوع هو ٨ج ، ١٠ج ، ٢٥ج على التوالى . كل جهاز من أجهزة الراديو يتطلب عمليات

إنتاجية خاصه التجميع والتعبئة ، والجدول التالى يعطى عدد الساعات المطلوبة لإنتاج كل نوع من الأنواع الثلاثة فى أقسام الإنتاج المختلفة .

الموديل	قسم التصنيع	قسم التجميع	قسم التعبئة
ا	٣ ساعات	٢,٥ ساعة	٥ ساعات
ب	٤ ساعات	٥ ساعات	٨ ساعات
حـ	ساعة/واحده	١,٥ ساعة	١ ساعة

ومن المتوقع أن يكون الطاقه الإنتاجية المتاحه خلال الشهر القادم فى الأقسام المختلفة كما يلى :

قسم التصنيع ١٥٠ ساعة قسم التجميع ٢٠٠ ساعة قسم التعبئة ٦٠ ساعة

فإذا علمت أن هذه المنشأة تتوقع أن لا تزيد احتياجات السوق خلال الشهر القادم من أجهزة الراديو عن ٢٠٠٠ جهاز بالنسبة للموديل ا ، ١٥٠٠ جهاز للموديل ب ، ١٠٠٠ جهاز للموديل حـ . المطلوب تحديد عدد الأجهزة الواجب إنتاجها من كل موديل مستخدما أسلوب السمبلكس حتى تحقق هذه المنشأة أكبر ربح ممكن .

(٣)

تقوم شركة النيل للأجهزة المنزلية بإنتاج سخانات وبوتاجازات وثلاجات وتحقق هذه الشركة ربحا صافيا من بيع السخان ٢٢ ج ، ومن البوتاجاز ٢٠ ج ، ومن الثلاجة ٥٠ ج وقد لجأت إليك الشركة بصفتك خبيرا فى بحوث العمليات لكى تساعدها فى تخطيط الإنتاج الشهر القادم فى ضوء المعلومات الآتية :

بيانات المبيعات : تتوقع إدارة المبيعات لهذه الشركة أن يكون الحد الأعلى الكمية التى يمكن بيعها خلال شهر أبريل : ٢٠٠٠ سخان ، ١٠٠٠ بوتاجاز ، ٥٠٠ ثلاجه .

بيانات الإنتاج : يحتاج إنتاج هذه المنتجات إلى ثلاثه مراحل إنتاجية ، وفيما يلى الوقت اللازم لإنتاج كل سلعة فى كل مرحله :

المنتج	الوقت اللازم فى المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة
السخان	٣ ساعه	٢ ساعه	١ ساعه
البوتاجاز	٤ ساعه	١ ساعه	٣ ساعه
الثلاجة	٥ ساعه	٢ ساعه	٢ ساعه
طاقه كل مرحله فى الشهر	٣٠٠٠٠ ساعه	١٠٠٠٠ ساعه	١٥٠٠٠ ساعه

والمطلوب تحديد أحسن مزيج إنتاجى مستخدماً أسلوب السمبلكس بحيث يحقق أقصى ربح ممكن

حـــل مشاكل النقل

من الطبيعى أن الهـــدف فى المشاكل الخاصة بالنقل أو التوزيع هى تقليل تـكاليف نقل السلع من مصادر مختلفة إلى جهات معينة . مثال ذلك المنشأة التى لديها مصنعان وتقوم بنقل إنتاجها من هـــذين المصنعين للتوزيع فى ثلاثة متاجر رئيسية . فى هذا المثال ، المشكلة التى تواجه الإدارة هى تحديد الكمية الواجب نقلها من كل مصنع إلى كل متجر وذلك بحيث تـكون تـكاليف النقل أقل ما يمكن مع احترام ظروف الإنتاج (الطاقة الإنتاجية لـكل مصنع) وأيضا احتياجات كل متجر .

خطوات تـكوين النموذج:

يفضل عرض خطوات حل مشاكل النقل عن طريق المثال التالى :

إحدى الشركات الصناعية لديها مصانع ويتم توزيع الإنتاج فى أربع أسواق رئيسية، جميع المصانع تقوم بإنتاج منتجات متماثلة :

مصنع $ا_1$	١٠٠ وحدة
مصنع $ا_2$	٢٠٠ »
مصنع $ا_3$	٣٠٠ »
مصنع $ا_4$	٤٠٠ »
مصنع $ا_5$	٥٠٠ »

وإذا كانت الكميات التى تحتاج إليها الأسواق المختلفة كما يلى:

سوق $ب_1$	:	٦٠٠ وحدة
سوق $ب_2$	:	٦٠٠ وحدة
سوق $ب_3$	:	٢٠٠ وحدة
سوق $ب_4$	:	١٠٠ وحدة

فإذا كانت أسعار وتكاليف النقل للوحدة الواحـــدة من المصانع المختلفة كما يلى :

من المصنع ا١ إلى سوق ب١ : ١٠ جنيه
ا١ إلى سوق ب٢ : ٢٠ «
ا١ إلى سوق ب٣ : ٥ «
ا١ إلى سوق ب٤ : ٧ «
من المصنع ا٢ إلى سوق ب١ : ١٣ «
ا٢ إلى سوق ب٢ : ٩ «
ا٢ إلى سوق ب٣ : ١٢ «
ا٢ إلى سوق ب٤ : ٨ «
من المصنع ا٣ إلى سوق ب١ : ٤ «
ا٣ إلى سوق ب٢ : ١٥ «
ا٣ إلى سوق ب٣ : ٣ «
ا٣ إلى سوق ب٤ : ٩ «
من المصنع ا٤ إلى سوق ب١ : ١٤ «
ا٤ إلى سوق ب٢ : ٧ «
ا٤ إلى سوق ب٣ : ١ «
ا٤ إلى سوق ب٤ : صفر «
من المصنع ا٥ الى سوق ب١ : ٣ «
ا٥ الى سوق ب٢ : ١٢ «
ا٥ الى سوق ب٤ : ٥ «
ا٥ الى سوق ب٤ : ١٩ «

ترغب هذه المنشأة فى وضع خطة توزيع المنتجات الى الأسواق المختلفة بحيث تكون تكاليف النقل أقل ما يمكن :

لحل هذه المشكلة يتم تصوير جدول يضم :

١ — الطاقة الإنتاجية لكل مصنع .

٢ — الاحتياجات الكلية لكل سوق .

الجـــدول الأول

إلى ← من ↓	سوق ب١	سوق ب٢	سوق ب٣	سوق ب٤	المجموع
مصنع ا١					١٠٠
» ا٢					٢٠٠
» ا٣					٣٠٠
» ا٤					٤٠٠
» ا٥					٥٠٠
المجموع	٦٠٠	٦٠٠	٢٠٠	١٠٠	

من المفروض أن اختيار أى حل لهذه المشكلة لابد وأن يحترم نوعان من القيود:

(١) إن مجموع ما يتم توزيعه على الأسواق المختلفة يجب أن يكون فى حدود الطاقة الإنتاجية للمصانع .

(٢) إن مجموع ما يتم توجيهه لسوق معين يجب أن يكون مساوياً أو أقل للاحتياجات القصوى لهذه السوق .

خطوات الحل :

(١) يتم اختيار الخليه ذات الركن الشمالى الغربى north West corner وهى ا$_1$ ب$_4$. هذه الخلية أمامها مجموعات أحدهما أفقى (١٠٠) والآخر رأسى (١٠٠) . القاعدة هى أن تضع القيمة الأقل فى الخلية ا$_1$ ب$_4$ وسر فى اتجاه المجموع الأكبر . أما إذا كانا متساويان كما فى المشكلة المطروحة علينا فضع أحداهما (١٠٠) ثم سر محورياً فى اتجاه الخلية ا$_2$ ب$_3$ (ضع الاقل وسر فى اتجاه الأكبر وفى حالة التساوى سر محورياً) .

(٢) اتبع هذه القواعد خطوة خطوة بعيداً عن الركن الشمالى الغربى حتى تصل إلى قيمة فى الركن الجنوبى الشرقى . عدد الخلايا المملوءة التى يجب أن يتم ملؤها يجب أن يساوى الصفوف + الاعمدة — ١

فى المشكلة المعروضة علينا يتم تكوين الجدول التالى :

الجدول الثانى

	ب$_1$	ب$_2$	ب$_3$	ب$_4$	المجموع
ا$_1$				١٠٠	١٠٠
ا$_2$			٢٠٠		٢٠٠
ا$_3$		٣٠٠			٣٠٠
ا$_4$	١٠٠	٣٠٠			٤٠٠
ا$_5$	٥٠٠				٥٠٠
المجموع	٦٠٠	٦٠٠	٢٠٠	١٠٠	١٥٠٠

٣ ـ الخطوة الثالثة هي تحديد هذا الحل لتحديد عما إذا كان حلا مثاليا أم لا :

التكاليف الحالية هي :

$ا_{١}ب_{٤}$	:	١٠٠ وحدة	×	٧	=	٧٠٠
$ا_{٢}ب_{٣}$	:	٢٠٠ »	×	١٢	=	٢٤٠٠
$ا_{٣}ب_{٢}$	:	٣٠٠ »	×	١٥	=	٤٥٠٠
$ا_{٤}ب_{٢}$	:	٣٠٠ »	×	٧	=	٢١٠٠
$ا_{٤}ب_{٤}$	:	١٠٠ »	×	١٤	=	١٤٠٠
$ا_{٥}ب_{٤}$	:	٥٠٠ »	×	٣	=	١٥٠٠
					المجموع	١١,٦٠٠

يتم اختبار هذا الحل وذلك بتقيم الخلايا الفارغة التي لم تستعمل وذلك لدراسة تأثير ملأ هذه الخلايا على التكاليف . مثلا الخلية $ا_{١}ب_{٣}$ إذا حاولنا أن نملأها بوحدة واحدة فإننا يجب أن نطرح وحدة واحدة من الخلية $ا_{٢}ب_{٤}$ وأن نطرح وحدة واحدة من الخلية $ا_{٢}ب_{٣}$ وأن نملأ وحدة واحدة في الخلية $ا_{٣}ب_{٤}$ وأن نطرح وحدة واحدة من الخلية $ا_{٣}ب_{٣}$ وأن نملأ وحدة واحدة في الخلية $ا_{٢}ب_{٤}$ أي أنه بالنسبة لمحاولة ملأ خلية فارغة ، ستتأثر بذلك ثلاثة خلايا أخرى غير الخلية المراد ملؤها (الخلية التي يتم اختيارها لاختيار الحل يجب أن تكون ذات أربع أركان منهم الركن الأول والثالث مملوءان) في هذه الحالة سوف تكون تكاليف الحل كما يلي :

التكاليف الكلية ــ تكلفة وحدة من $ا_{١}ب_{٤}$ ـ $ا_{٢}ب_{٣}$ + $ا_{٢}ب_{٤}$ + $ا_{١}ب_{٣}$

= ١٢٦٠٠ — ٧ - ١٢ + ٨ + ٥

= ١٢٦٠٠ — ١٩ + ١٣

= ١٢٥٥٤

٤ — إذا كانت نتيجة تقييم الخلية موجبة ، كان معنى ذلك أن ملء هذه الخلية سيؤدى إلى زيادة فى التكاليف . أما إذا كانت نتيجه التقييم سالبة كما هو الحال فى الخطوة أعلاه ، كان معنى ذلك أن ملء هذه الخلية سيؤدى إلى نقص التكاليف . أما إذا كانت نتيجة تقييم الخلية يساوى صفر كان معنى ذلك أن ملء هذه الخلية لن يؤثر فى التكاليف . فى مثالنا هذا يجب أن يتم ملء هذه الخلية وذلك لأن ملأها سوف يخفض من التكاليف .

٥ — يتم تقييم جميع الخلايا الفارغة فى الجدول ، بعد ذلك يتم اختيار الخلية ذات أكبر قيمة سالبة . هذه الخلية إذا تم ملأها سوف يتم تحسين الحل .

٦ — يتم تعديل الجدول السابق بأن تملأ الخلية ذات أكبر قيمة سالبة . يتم تحديد الركن الأول والثالث لهذه الخلية . يتم ملأها بواسطة القيمة الأقل . قد يستدعى الأمر تعديل بسيط فى الجدول حتى تستقيم المجاميع مرة أخرى سيصبح الجدول كما يلى :

الجدول الثالث

	ب١	ب٢	ب٣	ب٤	المجموع
ا١			١٠٠		١٠٠
ا٢			١٠٠	١٠٠	٢٠٠
ا٣		٣٠٠			٣٠٠
ا٤	١٠٠	٣٠٠			٤٠٠
ا٥	٥٠٠				٥٠٠
مجموع	٦٠٠	٦٠٠	٢٠٠	١٠٠	١٥٠٠

تكلفة هذا الحل كما يلى :

١٠٠ × ٥ + ١٠٠ × ١٢ + ١٠٠ × ٨ + ٣٠٠ × ١٥ + ١٠٠ × ١٤ + ٣٠٠
× ٧ + ٥٠٠ × ٣

= ٥٠٠ + ١٢٠٠ + ٨٠٠ + ٤٥٠٠ + ١٤٠٠ + ٢١٠ + ١٥٠
= ١٢٫٠٠

٧ — يتم تكرار خطوات التقييم السابقة حتى يتم الحصول على :

(ا) تقييم الخلايا الفارغة .

(ب) الخليه ذات أكبر قيمة سالبة .

(حـ) ملأ الخلية ذات أكبر قيمة سالبة .

وهكذا حتى نحصل على تقييم الخلايا الفارغة (صفر أو موجب) .

وبالتالى نكون قد وصلنا للحل الأمثل المشكلة .

ويمكن حل مشاكل النقل عن طريق استخدام السمبلكس ويعتبر أسلوب السمبلكس أفضل حيث أنه يأخذ فى حسبانه جميع القيود الموجودة فى المشكلة فى حين أن طريقة التوزيع التى عرضناها تأخذ فقط فى الحسبان تكلفة النقل .

تطبيقـــات

١ ـــ شركة تملك ثلاث مصـــانع ص$_1$ ، ص$_2$ ، ص$_3$ وثلاث مخازن خ$_1$ ، خ$_2$ ، خ$_3$ البيانات الخاصه باحتياجات المصـــانع من العربات المختلفة ، وكذلك طاقة المخازن من العربات وتـكاليف النقل من المخازن إلى المصانع موجودة فى الجدول الآتى :

مخزن / مصنع	خ$_1$ (قرش)	خ$_2$ (قرش)	خ$_3$ (قرش)	مجموع
ص$_1$	١٢٠	١٠٠	٥٠	٢
ص$_2$	١٥٠	٨٠	٢٠	٧
ص$_3$	٤٠	٥٠	١٠٠	٣
مجموع	٤	٥	٣	١٢

المطلوب توزيع هذه العربات من المخازن إلى المصانع المختلفه بأفضـــل تـكاليف ممكنه .

٢ ـــ تملك إحدى الشركات ثلاث مصانع وثلاث مخازن للتوزيع :

الجدول الآتى يبين الطاقة الإنتاجية لـكل مصنع ، احتياجات كل مخزن وأسعار وتكاليف النقل (بالقروش) للوحدة الواحدة من المصانع المختلفة إلى مخازن التوزيع . المطلوب بيان أحسن وسيلة لتوزيع المنتجات من المصانع إلى المخازن .

مخزن / مصنع	خ١ (قرش)	خ٢ (قرش)	خ٣ (قرش)	مجموع
ص١	١٢٠	١٥٠	٤٠	٤٠٠
ص٢	١٠٠	٨٠	٥٠	٦٠٠
ص٣	٥٠	٢٠	١٠٠	٢٠٠
مجموع	٢٠٠	٧٠٠	٣٠٠	

٣ — تملك إحدى المنشآت ثلاثة مصانع وأربعة مراكز التخزين . تقابل الإدارة مشكلة تموين المخازن المختلفة بحيث أن تجعل تكاليف النقل أقل مايمكن .

الجدول التالى يبين طاقات المصانع الإنتاجية ، وقدرة كل مخزن الاستيعابية وكذلك فئات الشحن بالقروش لكل وحدة منتجة من كل مصنع إلى كل مخزن.

مخزن / مصنع	١	٢	٣	٤	إجمالى
١	١٩	٣	٥٠	١٠	٧٠٠
٢	٧٠	٣٠	٤٠	٦٠	٩٠٠
٣	٤٠	٨	٧٠	٢٠٠	١٨٠٠
إجمالى	٥٠٠	٨٠٠	٧٠٠	١٤٠٠	٢٤٠٠

٤ — إحدى شركات توزيع أجهزة التليفزيون تمتلك ثلاثة مخازن توزيع رئيسية كما يلى :

موقع المخزن	عدد الأجهزة الموجودة فى المخزن
الإسكندرية	١٠٠
القاهرة	٢٠
بورسعيد	٧٥

ولقد تم تجميع طلبات العملاء فى هذا الأسبوع كما يلى :

موقع العميل	عدد الأجهزة المطلوبة
دمياط	٨٠
بنى سويف	٣٠
المنصورة	٩٠

ولقد كانت تكاليف نقل الجهاز الواحد من مناطق التخزين إلى مواقع العملاء كما يلى (بالجنيهات):

	دمياط	بنى سويف	المنصورة
الإسكندرية	٥ جنيه	١٠ جنيه	٢ جنيه
القاهرة	٣	٧	٥
بورسعيد	٦	٨	٤

المطلوب : إعداد خطة التوزيع لهذه الشركة بحيث يتم تسليم هذه الأجهزة بأقل تكاليف ممكنة .

٥ — تملك إحدى الشركات ٣ مصانع و٣ مخازن للتوزيع . الجدول الآتى يبين الطاقة الإنتاجية لكل مصنع ، احتياجات كل مخزن وتكاليف النقل (بالقرش) الواحدة من المصانع المختلفة إلى مخازن التوزيع، المطلوب بيان أحسن وسيلة لتوزيع المنتجات من المصانع إلى المخازن :

مصنع / مخزن	خ١	خ٢	خ٣	اجمالى المتاح
ص١	١٢٠	١٥٠	٤٠	٤٠٠
ص٢	١٠٠	٨٠	٥٠	٨٠٠
ص٣	٥٠	٢٠	١٠٠	٢٠٠
اجمالى المتاح	٤٠٠	٧٠٠	٣٠٠	١٤٠٠

تطبيق ٦ :

تمتلك احدى الشركات ٣ مصانع و٣ مخازن للتوزيع . الجدول الآتى يبين الطاقة الإنتاجية لكل مصنع واحتياجات كل مخزن وتكاليف النقل بالقروش للوحدة الواحدة من المصانع المختلفة الى مخازن التوزيع .

المطلوب بيان أحسن وسيلة لتوزيع المنتجات من المصانع الى المخازن :

مصنع / مخزن	خ١	خ٢	خ٣	اجمالى المتاح
ص١	١٢٠	١٥٠	٤٠	٤٠٠
ص٢	١٠٠	٨٠	٥٠	٨٠٠
ص٣	٥٠	٢٠	١٠٠	٢٠٠
اجمالى المطلوب	٤٠٠	٧٠٠	٣٠٠	

تطبيق ٧ :

تنتج احدى الشركات منتجين س ، ص ويبلغ ربح الوحدة الواحدة من المنتج س ٤٠ جنيه ، والمنتج ص ٢٠ ج ، ويمر انتاج كل من المنتجين بقسمين للإنتاج قسم ا ، قسم ب واذا علمت البيانات التالية :

١ — يحتاج إنتاج المنتج س إلى ٤ ساعات عمل فى القسم ا ، ٣ ساعات عمل فى القسم ب .

٢ — يحتاج إنتاج المنتج ص إلى ساعتين عمل فى القسم ا ، ٤ ساعات عمل فى القسم ب .

٣ — ساعات العمل المتاحة فى القسم ا عبارة عن ١٠٠ ساعة وفى القسم ب عبارة عن ١٥٠ ساعة عمل .

والمطلوب : تحديد كمية الإنتاج المثلى من كل منتج باستخدام :

(١) الطريقة البيانية .　　　　(ب) طريقة السمبلكس .

تطبيق ٨ :

تقوم شركة النصر بإنتاج ثلاثة موديلات من أجهزة الراديو ، كل جهاز يتطلب عمليات إنتاجية خاصة بالتصنيع والتجميع والتعبئة ، الجدول الآتى يبين عدد الساعات المطلوبة لإنتاج الجهاز الواحد من كل موديل ؛ الربح المتوقع من بيع كل جهاز والطاقة الاستيعابية للسوق فى الشهر القادم :

	قسم التصنيع	قسم التجميع	قسم التعبئة	ربح الجهاز	طاقة السوق الاستيعابية
موديل (ا)	ساعة	٣ساعة	٣ساعة	٢٥ ج	١٠٠٠ جهاز
موديل (ب)	٢ساعة	٢ساعة	٢ساعة	٢٠ ج	١٥٠٠ «
موديل (ح)	١ ساعة	٢ساعة	٢ساعة	١٥ ج	٢٠٠٠ «
عدد الساعات المتاحة	١٥٠	٢٠٠	٦٠		

المطلوب : تحديد عدد الأجهزة الواجب إنتاجها من كل موديل فى الشهر القادم وذلك لتحقيق أكبر ربح ممكن .

البرمجة الخطية وتحليل الحساسية :

Linear programming & Sensitivity Analysis

فى الجزء السابق من هذا الفصل تم عرض أسلوب البرمجة الخطيـــة وعرفنا كيف أن هذا الأسلوب يفيد فى عملية اتخـــاذ القرارات وذلك بتحـديد أحسن الحلول الممكنة للوصول إلى هدف معين فى ظل وجود عدد من القيود أو المحددات. فى هذا الجزء من هذا الفصل يتم عرض أسلوب مكمل لأسلوب البرمجة الخطية وهنا سوف نناقش كيف يتأثر الحل أو القرار الذى تم تحديده بواسطة أسلوب البرمجة الخطية فى حالة حدوث تغير فى القيود أو المحددات المـــؤثرة فى المشكلة موضع البحث . بمعنى آخر أننا بصدد الإجابة على مجموعة من الأسئلة كما يلى :

(أ) ما هو أحسن الحلول أو القرارات إذا حـدث تغير فى المواد المتاحة لنا ؟ ماهو الحل الأمثل إذا زادت كمية الموارد المتاحة ؟ زادت الطاقة الإنتاجية، زادت كمية الخامات المتاحة ؟ الخ . أو ما هو الحـــل الأمثل اذا قلت الموارد المتاحة ؟ حدث انكماش فى الطاقة الإنتاجية ، حدث نقص فى كميـــة الخامات المتاحة ، وهكذا .

(ب) ما هو أحسن الحلول أو القرارات إذا حدث تغير فى معدلات الارباح المتوقعة ؟ مثلا ماهو الحل الأمثل اذا حدث زيادة فى أسعار بيع المنتجات ومن ثم يزيد معدل الربح المتوقع عن المعدل الحالى الذى تم تقديره على أساس أسعار البيع الحالية ، أو على العكس ما هو الحل الأمثل اذا حـدث نقص فى معدلات الربحية المتوقعة . مثلا انخفاض أسعار بيع المنتجات من الأسعار التى تم تحديدها فيما سبق فيؤدى ذلك الى تخفيض فى معدلات الارباح .

(جـ) ماهو أحسن الحلول أو القرارات اذا حدث تغير فى معدلات استخدام الموارد المتاحة لنا ؟ مثلا حدوث زيادة فى الكفاية الإنتاجية فى استخدام الالات أو الخامات أو العمالة مما يؤدى الى زيادة فى الإنتاجية وبالتالى نحتاج إلى كميات من الموارد أقل لتحقيق رقم الأعمال المتوقع أو تحقيق رقم أعمـال أعلا بنفس كمية الموارد المتاحة .

الوضع الحالى	الوضع الجديد
١ — الموارد المتاحة من حيث ساعات العمل ، كمية الخامات ، طاقة الإنتاج كما يلى : —	١ — الموارد المتوقع الحصول عليهما قد زادت كما يلى :
٢٠٠ ساعة عمل مباشر فى الأسبوع	٣٠٠ ساعة عمل مباشر فى الأسبوع
١٠٠٠ كيلو من الخامات	١٥٠٠ كيلو من الخامات
٣٠٠ ساعة عمل آلى	٣٥٠ ساعة عمل آلى
	أو
	١ — الموارد المتوقع الحصول عليها قد قلت كما يلى :
	١٥٠ ساعة عمل مباشر فى الأسبوع
	٨٠٠ كيلو من الخامات
	٢٠٠ ساعة عمل آلى

كيف يتأثر الحل الأمثل بمثل هذه التغيرات ؟

الوضع الحالى	الوضع الجديد
٢ — أسعار البيع الحالية ٥ جنيهات للوحدة وتكلفة الوحدة ٣ جنيهات وبالتالى معدل الربحية عبارة عن جنيهان للوحدة الواحدة	٢ — توقع حدوث زيادة فى سعر البيع إلى ٧ جنيهات للوحدة مع زيادة التكلفة فقط الى أربعة جنيهات وبالتالى فإن معدل الربحية عبارة عن ثلاثة جنيهات للوحدة الواحدة .

كيف يتأثر الحل الأمثل بمثل هذه التغيرات ؟

٣ — معدلات الإنتاجية كما يلي :

٣ — توقع رفع الكفاية الإنتاجية في تشغيل الأفراد ، الآلات، استخدام الخامات كما يلي :

ساعة عمل آلي تنتج ٢٠ وحدة	ساعة عمل آلي تنتج ٢٥ وحدة
ساعة عمل مباشر تنتج ١٥ وحدة	ساعة عمل مباشر تنتج ٢٠ »
كيلو من الخامات ينتج ٢٥	كيلو من الخامات ينتج ٣٠ »

كيف يتأثر الحل الامثل بمثل هذه المتغيرات ؟

مثال عملي :

تقوم منشأة بانتاج منتجين هما ا ، ب . هناك نوعين من القيود ، العمل ، طاقة قسم التجميع وإليك البيانات المتعلقه بهذه المشكلة :

الربح	المنتج ا	المنتج ب	الطاقة المتاحة
	٤٠ ج للوحدة	٥٠ ج الوحدة	
طاقة قسم التجميع	يحتاج إلى وحدة واحدة من طاقة قسم التجميع	لا يتم إنتاجه في هذا القسم	٥٠ وحدة متاحة في اليوم
طاقة العمل	يحتاج إلى ساعة عمل واحدة	يحتاج إلى ساعتين عمل	٨٠ ساعة عمل متاحة في اليوم

يلاحظ أن المنتج ا يساهم بمقدار ٤٠ جنيه في الأرباح بينما يحتاج إنتاج الوحدة الواحدة منه إلى وحدة من طاقة قسم التجميع . وأيضاً إلى ساعة عمل واحدة من طاقة العمل .

أما المنتج ب فإنه لا يحتاج إلى أى وحـــدات من طاقة قسم التجميع ، بينما يحتاج الى ساعتين عمل ، وفى نفس الوقت يساهم بمقدار ٥٠ جنيه فى الارباح .

الطاقة المتاحة فى قسم التجميع عبارة عن ٥٠ وحدة ، بينما الطاقة المتاحة فى قسم العمل عبارة عن ٨٠ ساعة عمل .

استخدام أسلوب البرمجة الخطية :

معادلة الربحية (الهدف)

١٤٠ أ + ٥٠ ب = أكبر ربح ممكن

قيود الطاقة الخاصة بقسم التجميع

أ ≥ ٥٠

قيود طاقة العمل

أ + ٢ب > ٨٠

استخدام أسلوب تحليل الحساسية :

لنفرض أننا نرغب فى معرفة الحل الأمثل فى حالة تكبير طاقة قسم التجميع من ٥٠ وحدة فى اليوم الى ٦٠ وحدة فى اليوم .

معادلة الربحية

١٤٠ أ + ٥٠ ب = أكبر ربح ممكن

أ ≥ ٦٠

أ + ٢ ب > ٨٠

الوضع الحالى	الوضع الجديد
٤٠ ا + ٥٠ ب = أكبر ربحية ممكنة	٤٠ ا + ٥٠ ب = أكبر ربحية ممكنة.
ا ≥ ٥٠	ا ≥ ٦٠
ا + ٢ ب ≥ ٨٠	ا + ٢ ب ≥ ٨٠
الحل الأمثل : إنتاج ٥٠ وحدة من المنتج ا ، إنتاج ١٥ وحدة من المنتج ب	الحل الأمثل : إنتاج ٦٠ وحدة من المنتج ا ، إنتاج ١٠ وحدات من المنتج ب
مقدار الارباح = ٢٧٥٠ ج	مقدار الارباح = ٢٩٠٠ ج

وبالتالى فإن زيادة الطاقة الإنتاجية لقسم التجميع من ٥٠ وحدة فى اليوم إلى ٦٠ وحدة فى اليوم أدى إلى زيادة الارباح من ٢٧٥٠ ج إلى ٢٩٠٠ ج فى اليوم .

زيادة الطاقة بمقدار ١٠ وحدات فى اليوم أدى إلى زيادة الأرباح بمقدار ١٥٠ ج فى اليوم .

أثر تغير معدلات الأرباح :

لنفرض أن هناك زيادة كبيرة فى سعر بيع المنتج ب أدت إلى زيادة فى ربحيته من ٥٠ جنيها للوحدة إلى ١٠٠ جنيها للوحدة . بفرض بقاء العوامل الأخرى على ما هى عليه كيف يتأثر الحل الأمثل :

	الوضع الحالى	الوضع الجديد
الهدف	١٤٠ أ + ٥٠ ب = أكبر ربح ممكن	١٤٠ أ + ١٠٠ ب = أكبر ربح ممكن
قيد التجميع	أ ≥ ٥٠	أ ≥ ٥٠
قيد العمل	أ + ٢ ب ≥ ٨٠	أ + ٢ ب ≥ ٨٠
الحل الأمثل	أ = ٥٠ وحدة ب = ١٥ وحدة	أ = صفر ب = ٤٠
مجمل الربح	٢٧٥٠ ج فى اليوم	٤٠٠٠ ج فى اليوم

يتضح مما سبق أن تغير فى معدلات الربحية أدى إلى تغير فى الحل الأمثل .

أثر تغير معدلات استخدام الموارد المتاحة :

لنفرض أن هناك أسلوب حديث قد تم اكتشافه بواسطته يمكن تخفيض كمية العمل المطلوبة لإنتاج المنتج ب . على أى حال فإن الأمر يتطلب تدريب العاملين على هذا الأسلوب . بالطبع هناك تكلفة إضافية لهذا التدريب والمنشأة ترغب فى معرفة هل هناك جدوى من عملية التدريب أم لا ؟ بمعنى آخر نرغب فى تحديد الوفورات التى ستتحقق من تطبيق هذا الأسلوب الجديد لكى يمكن مقارنته مع التكاليف الإضافية التى ستتحملها المنشأة نتيجة لقيامها ببرنامج التدريب .

	الوضع الحالى	الوضع الجديد
الهدف :	١٤٠ أ + ٥٠ ب = أكبر ربح	١٤٠ أ + ٥٠ ب = أكبر ربح ممكن
قيد التجميع :	أ ≥ ٥٠	أ ≥ ٥٠
قيد العمل :	أ + ٢ ب ≥ ٨٠	أ + ب ≥ ٨٠
الحل الأمثل :	أ = ٥٠ ب = ١٥	أ = صفر ب = ٨٠
مجمل الربح :	٢٧٥٠ ج	٤٠٠٠ ج

وبالتالى فإن برنامج التدريب سوف يؤدى إلى زيادة فى الارباح اليومية بمقدار ١٢٥٠ جنيها . يتم مقارنة هذه الزيادة مع تكاليف التدريب وبناء على ذلك يمكن الوصول إلى قرار بخصوص القيام ببرنامج التدريب أم لا .

يلاحظ فيما سبق أن هناك تغير قد حدث فى مجمل الارباح نتيجة لحدوث تغيير فى الموارد المتاحة . فيما يلى نرغب فى تحديد مقدار حساسية الربحية للتغيرات فى الموارد المتاحة . فقد نجد أن الربح يكون حساسا بدرجة أكبر للتغير فى معدلات استخدام الموارد . بينما التغير فى مقدار الارباح لا يكون كبيراً فى حالة زيادة مثلا طاقة قسم التجميع فهنا يمكن القول أن الربحية ليست حساسة للتغير فى طاقة قسم التجميع حيث أن زيادة طاقة قسم التجميع من ٥٠ إلى ٦٠ وحدة فى اليوم لم يؤدى إلا إلى زيادة فقط فى رقم الارباح بمقدار ١٥٠ جنيها .

الموارد	مقدار التغير فى الموارد	مقدار التغير فى الربحية
طاقة قسم التجميع	+ ١٠ وحدات فى اليوم	+ ١٥٠ جنيها
معدلات الارباح	+ ٥٠ جنيه للوحدة من المنتج ب	+ ١٢٥٠ جنيها
معدلات استخدام العمل	— ١ ساعة للوحدة للمنتج ب	+ ١٣٥٠ جنيها

الجدول السابق يوضح أن أثر التغيرات على الارباح تختلف باختلاف العنصر الذى يتم فيه التغيير .

لكى تحدد بدقة مقدار الحساسية يتطلب الأمر معرفة مقدار التغير فى الربحية نتيجة لحدوث تغيير فى أى عنصر من العناصر المؤثرة فى القرار بمقدار وحدة واحدة سواء بالزيادة أو بالنقص .

أثر التغير فى طاقة قسم التجميع :

نفرض أن طاقة قسم التجميع قد زادت بمقدار وحدة واحدة أى زادت من ٥٠ وحدة فى اليوم إلى ٥١ وحدة فى اليوم كما يلى :

	الوضع الحالى	الوضع الجديد
الهدف :	١٤٠ + ٥٠ ب	١٤٠ + ٥٠ ب
طاقة التجميع	ا ≤ ٥٠	ا ≤ ٥١
طاقة العمل	ا + ٢ ب ≤ ٨٠	ا + ٢ب ≤ ٨٠
الحـــل الأمثل	ا = ٥٠	ا = ٥١
	ب = ١٥	ب = ١٤,٥
مجمل الربح	٢٧٥٠	٢٧٦٥

أثر التغير فى طاقة العمل :

لنفرض زيادة طاقة العمل بمقدار وحدة واحدة فى اليوم :

	الوضع الحالى	الوضع الجديد
الهدف	١٤٠ + ٥٠	١٤٠ + ٥٠ ب
طاقة التجميع	ا ≤ ٥٠	ا ≤ ٥٠
طاقة العمل	ا + ٢ ب ≤ ٨٠	ا + ٢ ب ≤ ٨١
الحـــل الأمثل	ا = ٥٠	ا = ٥٠
	ب = ١٥	ب = ١٥,٥
مجمل الربح	٢٧٥٠	٢٧٧٥

أثر التغير فى معدلات الربحية :

(١) زيادة فى الربحية بمقدار ١ جنيه للمنتج ا

	الوضع الحالى	الوضع الجديد
الهدف :	١٤٠ ا + ٥٠ ب	١٤١ ا + ٥٠ ب
طاقة التجميع :	ا ≤ ٥٠	ا ≤ ٥٠
طاقة العمل :	ا + ٢ ب ≤ ٨٠	ا + ٢ ب ≤ ٨٠
الحل الأمثل :	ا = ٥٠ ، ب = ١٥	ا = ٥٠
مجمل الربح :	٢٧٥٠ جنيه	ب = ١٥ ، مجمل الربح ٢٧٥٠

وواضحاً مما سبق أن مجمل الأرباح غير حساس ، لا يتأثر ، بتغير معدلات ربحية المنتج ا

(٢) زيادة فى الربحية بمقدار ١ جنيه للمنتج ب

	الوضع الحالى	الوضع الجديد
الهدف :	١٤٠ ا + ٥٠ ب	١٤٠ ا + ٥٠ ب
طاقة التجميع :	ا ≤ ٥٠	ا ≤ ٥٠
طاقة العمل :	ا + ٢ ب ≤ ٨٠	ا + ٢ ب ≤ ٨٠
الحل الأمثل :	ا = ٥٠	ا = ٥٠
	ب = ١٥	ب = ١٥
مجمل الربح :	٢٧٥٠	٢٧٥٠

وهذا يشير الى عدم حساسية مجمل الأرباح نتيجة التغير فى معدل الربحية للمنتج ب

أثر التغير فى معدلات استخدام العمل :

فيما سبق عرفنا أن زيادة الكفاءة الإنتاجية فى استخدام قوة العمل أدى الى تغيير فى مقدار الأرباح الإجمالية .

يلاحظ مما سبق أن الأرباح الإجمالية ، أكثر حساسية ، للتغير فى العناصر الآتية :

١ — طاقة قسم التجميع .

٢ — طاقة العمل .

٣ — معدلات استخدام العمل .

وأن الأرباح الإجمالية ، غير حساسة ، للتغير فى العناصر الآتية :

١ — معدل ربحية المنتج ا .

٢ — معدلات ربحية المنتج ب .

مشاكل

١ — تقوم إحدى المنشآت بإنتاج منتجين ا ، ب . ويحتاج إنتاجهما إلى عدد معين من ساعات العمل فى القسمين الإنتاجيين لهذه المنشأة .

المنتج ا

ربح الوحدة = ٦٠ ج

يحتاج إلى ساعة عمل فى القسم الإنتاج الاول

« « ساعتين عمل « « « الثانى

المنتج ب

ربح الوحدة = ٢٠ ج

لا يحتاج إلى أى ساعات عمل فى القسم الإنتاجى الأول

يحتاج إلى ساعتين عمل فى القسم الإنتاجى الثانى

طاقة القسم الأول ٣٠ ساعة فى اليوم

طاقة القسم الثانى ٨٠ ساعة فى اليوم

بفرض أن طاقة القسم الأول زادت من ٣٠ ساعة إلى ٣١ ساعة فى اليوم ، ما أثر ذلك على الحل الأمثل الاصلى لهذه المشكله .

بفرض أن طاقة القسم الثانى زادت من ٨٠ ساعه إلى ٨١ ساعة فى اليوم ؛ ما أثر ذلك على الحل الأمثل الاصلى لهذه المشكلة .

٢ — تقوم إحدى المنشآت بإنتاج منتجين ا ، ب يحتاج إنتاج كل منهما إلى تشغيل على ماكينات الخياطة ، وأيضا تشغيل يدوى بواسطة عمال مهره فى هذه الصناعة .

المنتج الاول

الربحية ٤٨ ج للصندوق الواحد

ساعات العمل على ماكينات الخياطة ٤ ساعات للصندوق الواحد

ساعات العمل اليدوى المطلوبة ٤ « « «

المنتج الثانى

الربحية ٣٢ ج للصندوق الواحد

ساعات العمل على ماكينات الخياطة ٢ ساعة للصندوق الواحد

ساعات العمل اليدوى المطلوبة ٤ ساعات للصندوق الواحد

طاقة ماكينات الخياطة المتاحة عبارة عن ١٦٠ ساعة فى اليوم

طاقة العمل اليدوى عبارة عن ٢٤٠ ساعة فى اليوم

المطلوب الاول : ما هو أثر التغير فى طاقة ماكينات الخياطة بمقدار ساعة واحدة فى اليوم على الحل الاصلى للمشكلة.

المطلوب الثانى : ماهو أثر التغير فى طاقة العمل اليدوى بمقدار ساعة واحدة فى اليوم على الحل الاصلى للمشكلة .

البــــــاب الثالث

تحليل شبكات الأعمال

الباب الثالث

تحليل شبكات الاعمال(1)

N etworkAnalysis

يقتضى الأمر عندما يصطدم المدير بموقف معين الآن فيه تتعدد وتتشعب العمليات المطلوبة لأداء وظيفة معينة أو عملية معينة أن يستخدم نظام معين أو طريقة معينة للتفكير أو حتى لترتيب هذه العمليات بحيث يتم تحقيق هذه الوظيفة أو أداء هذه العملية فى أقل وقت ممكن أو بأقل التكاليف . يفيد كثيراً الاسلوب الخاص بتحليل شبكات الاعمال فى مساعدة المدير فى تخطيط وجدولة العمليات المختلفة اللازمة لأداء عملية معينة بحيث يتم أداؤها بأعلى كفاية ممكنة. يمكن القول بأن هناك أسلوبين يستخدمان فى هذه المواقف وهما PERT ، CP.M. بيرت PERT عبارة عن اختصار لـ

Program Evaluation and Review Technique

ولقد تم استخدام أسلوب بيرت فى تخطيط وجـدولة العمليات الخاصة بإنتاج صواريخ بولاريس التى يتم إطلاقها تحت سطح مياه المحيط بواسطة غواصات متحركة بواسطة وزارة الدفاع الأمريكية فى عام ١٩٥٨. ويعد أساسياً لأسلوب بيرت .

(١) مفهوم « حادث » (Event) الذى يشير إلى الوصول الى مرحلة معينة فى تمام المشروع Project .

---

(1) j. Wiest & F,Levy, A Manegement Guide to PERT—CPM, Prentice—Hall, U.S.A., 1975.

(ب) الوقت المتوقع المطلوب لإتمام النشاط Activity الذى يؤدى إلى تحقيق هذه الحادثة

أما عن C P M فهو اختصار لـ Critical Path Method

ويسمى بأسلوب المسار الحرج فهو أساساً يختص بمعرفة العلاقة بين التكاليف وبين وقت الانتهاء من مشروع معين. فى الحقيقة أن أسلوب المسار الحرج يقوم بالتركيز على تقصير مدة إتمام المشروع وذلك بتخصيص عدد أكبر من العمال أو الموارد ومعرفة التكاليف الإضافية نتيجة ذلك وبالتالى تستطيع الإدارة أن تتخذ قرارات بخصوص تحديد وقت الانتهاء من المشروع بمعنى آخر تحديد عما إذا كان من المفضل تقصير مدة إتمام المشروع وتحمل بعض التكاليف الإضافية أو إتمام المشروع فى مدته الاصلية مع تفادى هذه التكاليف الإضافية يتوقف ذلك بالطبع على ظروف الإدارة .

يلاحظ أن هناك خلاف جوهرى بين من بيرت وأسلوب المسار الحرج فبينما أسلوب المسار الحرج يفترض أن الوقت المطلوب لاداء العمليات المختلفة لإتمام المشروع معروف ، أيضا العلاقة بين الموارد المستخدمة والوقت المطلوب لاداء العمليات المختلفة ، معروف أيضاً ، وبالتالى فإن أسلوب المسار الحرج لايختص بالاحوال التى تتسم بعدم توافر الوقت المؤكد لاداء العمليات المختلفة .

C P M is not; Concerned with uncertaiu Job times, Itdeals with time—cost trade—off.

أما عن بيرت فإنه يعتمد أساسا على تقسيم المشروع الى عدد من الانشطة المستقلة والتى تتم فى تتابع معين الى أن يتم أداء الوظيفة المطلوبة Activities أو العملية المعينة ومن ثم يمكن تصوير هذه الانشطة فى شكل شبكة Network تمثل تلك الانشطة فى علاقاتها التتابعية وأيضا الاحداث Events التى يتم التوصل اليها عن طريق الانشطه المختلفه أساسيا لاسلوب بيرت كما سبق القول هو تحديد الانشطه والحوادث والوقت المتوقع لإتمام هذه الانشطة والوصول لهذه الحوادث . يتم استخدام أسلوب بيرت فى الاحوال التى تتسم بعدم توافر الوقت المؤكد لاداء الانشطه .

PERT is concerned with uncertain Job tmes

وبالتالى فإن بيرت يستخدم فى المشروعات التى تتسم بعدم توافر معلومات أكيدة عن الأوقات المطلوبة لأداة الأنشطة المختلفة (فى مجال البحوث والتطوير) أما عن أسلوب المسار الحرج فانه يتم استخـــدامه فى المشروعات الإنشائية Consctruction التى تتصف بتوافر — من الخبرة السابقة — معلومات أكيدة عن الوقت المطلوب لأداء العمليات المختلفة .

وعموماً فإن أسلوب بيرت وأسلوب المسار الحرج يتم تطبيقهما فى مجالات عديدة منها ما يلى :

١ — المشروعات الخاصة بإنشاء المبانى أو الطرق العالية (Highways)

٢ — المشروعات الخاصة بتقديم منتجات جديدة .

٣ — المشروعات الخاصة بإقامة الحاسبات الالكترونية .

٤ — المشروعات الخاصة بالصيانة .

٥ — المشروعات الخاصة ببناء السفن .

٦ — المشروعات الخاصة بالبحوث .

ويلاحظ أن هذه الأساليب يمكن أن تستخـدم فى النواحى العامة والتى تختص بالنشاط الإنسانى فى حياته اليومية ، فمثلا أسلوب بيرت يمكن أن تستعين به ربة البيت فى تنسيق العمليات التى ينبغى إتمامها فى سبيل إتمام بعض شئون المنزل أى عموماً إن طريقة بيرت يمكن أن تستخدم فى أى مجال يتطلب بذل جهود من أجل تحقيق أهداف معينة فى فترة زمنية مناسبة .

وهناك بعض الشروط الواجب توافرها فى المشاريع التى يمكن تحليلها بواسطة هذه الأساليب نوضحها فيما يلى :

١ — إن المشروع يتكون من عدد من الوظائف أو الأنشطة المحددة، تحديداً واضحاً Well — defined والتى إتمامها ينهى المشروع (يتم تحقيق الهدف مثلا بناء منزل) .

٢ — هذه الوظائف أو الأنشطة يمكن أن يتم بدؤها أو توقفها Stopped بشكل مستقل عن بعضها ولكن فى تتابع معروف .

٣ — هذه الوظائف لها ترتيب معين بحيث يجب أن يتم تأديتها فى شكل تتابعى مثلا فى مشروع بناء إحــدى المنازل لابد من إنشاء الأساس قبل بناء الحوائط ، يلاحظ أن ترتيب الوظائف يعتمد أساساً على التكنولوجيا التى تتحكم فى المشروع .

تخطيط وجدولة شبكات الأعمال

Planning and scheduling networks

يلاحظ أنه شرط أساسى لإمكانية تطبيق أسلوب بيرت وأسلوب المسار الحرج هو تقسيم المشروع إلى وظائف أو أنشطة مستقلة وكذلك تحديد خط التتابع لهذه الوظائف . وبالتالى لابد من معرفة الوظائف التى لابد من أدائها وإتمامها قبل أن نبدأ الوظائف الأخرى . الخطوة الثانية هو تصوير هذه الوظائف أو الأنشطة الأخرى فى شكل شبكة التى تظهر خط التتابع بين الوظائف المختلفة .

يمكن تصور ذلك بواسطة عرض مثال مبسط جداً لعملية إعداد الميزانية التقديرية فى إحدى الشركات الصناعية . لنفرض أن رئيس الشركة يريد أن يتم إعداد الميزانية التقديرية للشركة فى أقرب وقت . لكى يتم هذا المشروع فإن الأمر يستلزم القيام مجموعة من الوظائف أو الأنشطة كما يلى :

١ — إن رجال البيع يجب تقديم تقديراتهم عن حجم المبيعات لفترة إعداد الميزانية لكل من مدير المبيعات وكذلك مدير الإنتاج .

٢ — مدير المبيعات يجب تقدير أسعار البيع ويقدمها إلى المدير المالى .

٣ — مدير الإنتاج يجب أن يضع خطة الإنتـــاج ويقوم بتوزيعها على الماكينات المختلفة .

٤ — يقوم مدير الإنتاج بإعداد جــداول الإنتاج وتوزيعها على الآلات المختلفة إلى مدير الحسابات الذى يقوم بتحـــديد تكلفة الإنتاج وتقديمها إلى

٥ — بناء على تقديرات المبيعات والتكاليف يقوم المدير المالى بوضع خطة التمويل وكذلك ترجمة تقديرات المبيعات ، الإنتاج ، التمويل فى شكل موازنة مالية ويقوم بتقديمها إلى رئيس الشركة .

ويلاحظ أنه فى عملية إعداد الميزانية التقديرية ، لا يمكن أداء أى شىء قبل الانتهاء من تقدير المبيعات . وبعد تقدير المبيعات يمكن تسعير المبيعات وكذلك تحديد جداول الإنتاج . أى هناك ثلاث وظائف :

١ — تقديرات المبيعات .

٢ — تسعير المبيعات .

٣ — تحديد جداول الإنتاج .

هنا يتحتم الأمر أن يتم تقدير المبيعات قبل القيام بأى شىء آخر (تسعيرها أو تحديد جداول الإنتاج) . وبالتالى فإن تقدير المبيعات يعد نشاط سابق لهذه الوظائف أو الأنشطة Immediate predcessor ، أيضا فإن تسعير المبيعات يعد نشاط سابق للعملية الخاصة بإعداد الميزانية التقديرية بواسطة المدير المالى اى ان المدير المالى لا يستطيع ان يقوم بوضع تقديرات التمويل ق[illegible] الانتهاء من العملية الخاصة بتسعير المبيعات . نفس الكلام ينطبق على ا[illegible] الخاصة بإعداد تكاليف الإنتاج فإنها أيضاً تسبق العملية الخاصة بوضع التمويل ويمكن تصور ذلك فى الجدول الآتى :

الرمز الذى يدل على النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	وصف النشاط	القسم	الوقت المطلوب لإتمام النشاط
أ	١ ، ٢	تقدير حجم المبيعات	المبيعات	١٤ يوم
ب	٢ ، ٤	تسعير المبيعات	«	٣ ايام
حـ	٢ ، ٣	تحديد جداول الإنتاج	الإنتاج	٧ ايام
ى	٣ ، ٤	تحديد تكاليف الإنتاج	الحسابات	٤ ايام
هـ	٤ ، ٥	إعداد الميزانية التقديرية	المالى	١٠ أيام

المصدر : Wiest & Isvy, A Mangemnt Guide to PERT—CPM (1975) P.6,

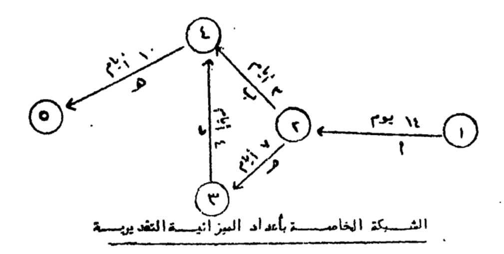
بعد ذلك يتم تصوير هذه الأنشطة المختلفة الخاصة بإعداد الميزانية التقديرية في شكل شبكة طبقاً لما يلي :

١ — يرسم سهم لكي يدل على النشاط او الوظيفة .

٢ — ترسم حلقة لكي يدل على حدث معين . والحدث هو بداية نشاط او نهاية نشاط آخر . هنا نجد ان نهاية النشاط (ا) يمثل بداية للأنشطة (ب) ، (حـ) .

٣ — يتم كتابة الرمز الذى يدل على النشاط اسفل السهم الخاص به وكذلك الوقت اللازم لأداء النشاط اعلى السهم الخاص به .

٤ — يتم كتابة رقم داخل كل حلقة يدل على ترتيب الحدث . وبالتالى فإن الرقم (١) يتم وضعه فى الحلقة الأولى حيث يمثل بداية النشاط (١) وهكذا .



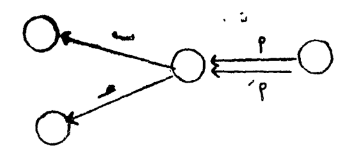
الشبكة الخاصة بأعداد الميزانية التقديرية

ويلاحظ فى الشكل السابق أن النشاط (ا) لابد وان يتم قبل البدء فى اى شىء آخر . ايضاً لابد من إتمام النشاطين (ب) ، (حـ) قبل البدء فى النشاط (ء) اما عن النشاط (هـ) فلابد من إتمام الأنشطة (ب) ، (ء) قبل البدء فيه .

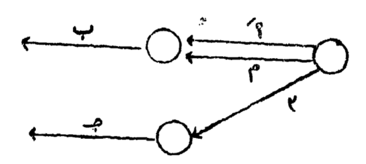
يلاحظ أن الشكل السابق الخاص بالشبكة الخاصة بإعداد الميزانية التقديرية بسيطاً جداً غير أنه فى الحياة العملية قد تتم بعض الأنشطة فى نفس الوقت Simultaneously لنفرض أن هناك إضافة فى المثال السابق تتعلق بنشاط خاص بدراسة أسعار المنافسين بواسطة مدير المبيعات . لنفرض أن هذا النشاط الجديد يحتاج إلى ثلاثة أيام لإتمامه وبالتالى يمكن بيان الأنشطة اللازمة لإعداد الميزانية التقديرية كما يلى :

الرمز الذى يدل على النشاط	وصف النشاط	النشاط السابق مباشرة أو الأنشطة السابقة مباشرة	القسم المسئول	الوقت المطلوب لإتمام النشاط
ا	التنبؤ بحجم المبيعات	—	المبيعات	١٤ يوم
اَ	عمل دراسة الأسعار المنافسة	—	»	٣ أيام
ب	تسعير المبيعات	ا ، اَ	»	٣ أيام
حـ	إعداد جداول الإنتاج	ا	الإنتاج	٧ أيام
د	تحديد تكاليف الإنتاج	حـ	الحسابات	٤ أيام
هـ	إعداد الميزانية التقديرية	ب ، د	المالى	١٠ أيام

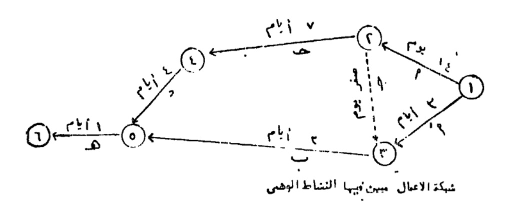
على أى حال كما يظهر من الجدول السابق ان النشاط الخاص بدراسة وعمل مسح لأسعار المنافسين لا يؤثر بأى حال من الأحـــــوال على الأنشطة الخاصة بالإنتاج وبالتالى يبقى النشاط الوحيد السابق لجدولة الإنتاج هو النشاط الخاص بتقدير حجم المبيعات . بمعنى آخر من الجدول السابق يتضح ان الأنشطة ا ، اَ كليهما سابقين النشاط ب فى حين ان النشاط ا هو النشاط الوحيد الذى يسوق النشاط حـ . ذلك يدخل بعض التعقيدات على رسم شبكة الأعمال التى تأخذ الشكل الآتى :



غير ان الشكل السابق يظهر النشاط أَ على أنه نشاط أيضاً سابق للنشاط حـ (النشاط الخاص بعمل مسح ودراسة لأسعار المنافسين يسبق فى الترتيب النشاط الخاص بجدولة الإنتاج) فى حين ان ذلك ليس حقيقياً . لإزالة هذا الخطأ يمكن تصوير الأنشطة كما يلى بأن تقوم برسم النشاط أ مرتين حتى يزول اللبس المشار إليه :



غير ان ذلك يخالف القاعدة الخاصة بتصوير الأعمال التى تقضى بأن يكون هناك سهم واحد لكى يمثل نشاط واحد (لايجوز تمثيل النشاط الواحد بأكثر من سهم) وذلك حتى يتم تلافى تعقيد الشبكة فى حالة العمل فى مشروعات كبيرة معقدة . للقضاء على هذه المشكلة الخـــاصة تم إدخال مفهوم النشاط الوهمى Dummy activity فى العملية الخاصة بإعداد شبكة الأعمال ويشير النشاط الوهمى إلى ذلك النشاط الذى يحتاج إلى صفر من الوقت لكى يتم إعداده ويستخدم فقط لشرح العلاقة المشار إليها سابقا والتى فى حالة استخدام النشاط الفعلى Actual فانه يقوم بإحداث التعقيدات التى ذكرناها سابقاً . ويتم الإشارة إلى النشاط الوهمى بسهم على شكل خط متقطع كما هو فى الشكل التالى :



شبكة الاعمال مبين فيها النشاط الوهمى

يلاحظ أن النشاط الوهمى يبين ما يلى :

١ ـ نشاط (ا) ، نشاط (اَ) كليهما سابقين للنشاط (ب). ولما كان النشاط ا سابق مباشرة للنشاط الوهمى (و) ، والنشاط الوهمى (و) نشاط سابق مباشرة للنشاط (ب) فإن النشاط (ا) ليس نشاط سابق مباشرة للنشاط (ب) ولكن مازال نشاطاً سابقاً معنى ذلك أنه مازال لابد من إتمام النشاط (ا) حتى يمكن البدء فى النشاط (ب) لانه نشاط سابق مباشرة للنشاط الوهمى (و) الذى بدوره يجب أن يتم قبل البدء فى النشاط (ب).

٢ ـ يمكن بيان أن النشاط (ا) نشاط سابق مباشرة النشاط (حـ) بدون أن تقوم بإظهار النشاط (اَ) كنشاط سابق للنشاط (حـ) وبالطبع ليس هو كذلك .

٣ ـ يظهر من الشكل السابق أن (اَ) نشاط سابق مباشرة للنشاط (ب) وأيضاً كل نشاط يتم تمثيله بواسطة سهم واحد فقط .

Immediate Prdecessor

ويمكن إظهار هذه العلاقات فى الجدول الآتى :

الرمز الذى يدل على النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	وصف النشاط	النشاط السابق مباشرة	القسم المسئول	الوقت المطلوب لإتمام النشاط
أ	١ ، ٢	تقرير حجم المبيعات	—	البيع	١٤ يوم
أَ	١ ، ٣	مسح أسعار المنافسين	—	البيع	٣ يوم
و	٢ ، ٣	النشاط الوهمى	أ	—	صفر يوم
ب	٢ ، ٣	تسعير المبيعات	أَ ، و	البيع	٣ يوم
جـ	٢ ، ٤	تحديد جداول الإنتاج	أ	الإنتاج	٧ يوم
د	٤ ، ٥	تحديد تكلفة الإنتاج	جـ	الحسابات	٤ يوم
هـ	٥ ، ٦	إعداد الميزانية التقديرية	ب ، د	المالى	١٠ يوم

المصدر لهذا المثال : Wiest & levyn op. cit., P. IO.

مثال بناء منزل :

سوف نقوم بعرض هذا المثال لكى نوضح العملية الخاصة برسم شبكة الأعمال مشروع بناء المنزل يمكن تحليله بواسطة أسلوب بيرت أو الأسلوب الخاص بالمسار الحرج . فى حين أن المشروع يتطلب عمليات تفصيلية متعددة إلا أننا سوف نكتفى بالعمليات أو الوظائف الرئيسية الجدول التالى يبين :

١ — الوظائف الرئيسية الخاصة ببناء المنزل .

٢ — الوقت المطلوب لأداء وظيفة.

٣ — الأنشطة السابقة مباشرة فى كل حالة .

يلاحظ أن العلامة (٭) تشير إلى النشاط الوهمى المطلوب لرسم الشبكة

الرمز الذى يدل على النشاط	وصف النشاط	النشاط أو الأنشطة السابقة مباشرة	الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم
ا	تمهيد الأرض والحفر	—	٤
ب	صب الأساسات	ا	٢
حـ	إقامة الأعمدة والسقف	ب	٤
د	إقامة الجدران	حـ	٦
هـ	تركيب مواسير الصرف	ب	١
و	صب الدور الأرضى	هـ	٢
ذ	أعمال السباكة التمهيدية	هـ	٣
ر ٭	أعمال الكهرباء التمهيدية	حـ	٢
س	أعمال أجهزة تكييف الهواء	حـ ، و	٤
ش	طلاء الجدران بالمواد العازلة	ذ ، ر٭ ، س	١٠
ص	أعمال الأرضية	ش	٣
ض	تركيب معدات المطبخ	ص	١
ط	تركيب السمكرة النهائية	ص	٢
ظ	أعمال النجارة	ص	٣
ع	انهاء أعمال السطح	د	٢
غ	تثبيت الصمامات الأساسية		١
ف	تركيب موازل خارجية	ب	١
٭ك	طلاء الأرضيات	ص ، ل	٢
ل	طلاء الجدران بالألوان	ص ، ط	٣
٭م	أعمال الكهرباء النهائية	ل	١
ن	توصيل الكهرباء	ع ، ف	٢
ى	تمهيد المدخل	ن	٥

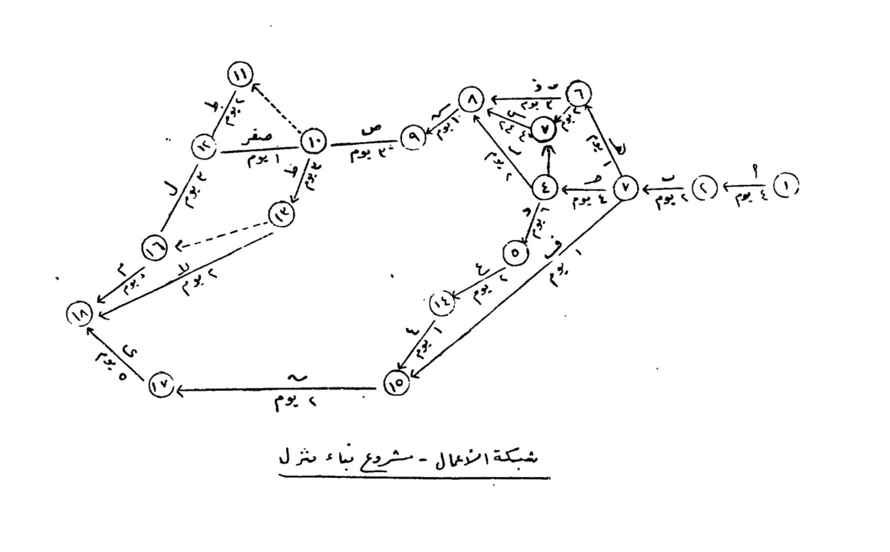
جـــدول

مشروع بناء منزل

إسم النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم
ا	١ ، ٢	—	٤
ب	٢ ، ٣	ا	٢
حـ	٣ ، ٤	ب	٤
ى	٤ ، ٥	حـ	٦
هـ	٣ ، ٦	ب	١
و	٦ ، ٧	هـ	٢
ذ	٦ ، ٨	هـ	٣
ر	٤ ، ٨	حـ	٢
وهمى ٢	٤ ، ٧	حـ	صفر
س	٧ ، ٨	وهمى ١ ، و	٤
ش	٨ ، ٩	ذ ، ر ، س	١٠
ص	٩ ، ١٠	س	٣
ض	١٠ ، ١٢	ص	١
وهمى ٢	١٠ ، ١١	ص	صفر
ط	١١ ، ١٢	وهمى ٢	٢
ظ	١٠ ، ١٣	س	٣
ع	٥ ، ١٤	ى	٢

(تابع الجدول السابق)

إسم النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم
غ	١٤ ، ١٥	ع	١
ف	٣ ، ١٥	ب	١
وهمى ٣	١٣ ، ١٦	ل	صفر
ك	١٣ ، ١٨	وهمى ٣ ، ط	٢
ل	١٢ ، ١٥	ض ، ط	٣
م	١٦ ، ١٨	ل	١
ن	١٥ ، ١٧	غ ، ف	٢
ى	١٧ ، ١٨	ن	٥



شبكة الأعمال - مشروع بناء منزل

البحث عن المسار الحرج :

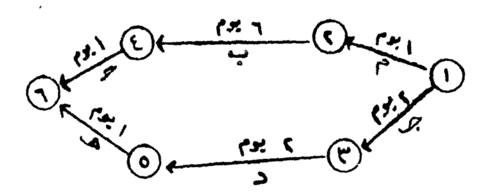
بعد أن يتم ترجمة المشروع إلى :

١ — شبكة أعمال Network تتكون من أنشطة وحوادث .

٢ — تقدير الوقت اللازم لاتمام كل نشاط .

نكون فى موقف يمكننا من تقدير الحد الأدنى من الوقت اللازم لأداء هذا المشروع . لكى نحقق ذلك نقوم بتحديد المسار الحرج Critical Path وهو عبارة عن أطول مسار يربط بين عدد من الأنشطة المتتابعة فى شبكة الأعمال ويسمى بالنشاط الحرج لأنه يتحكم فعلا فى وقت انتهاء المشروع كله .

لنوضح فكرة المسار الحرج افترض أن لدينا الشبكة الآتية :



يلاحظ من هذه الشبكة أن هناك مسارين (المسار هو مجموعة من حلقات الأحداث تبدأ بحدث البداية وينتهى بحدث النهاية فى الشبكة ويربط بينهما أسهم الأنشطة) . هذين المسارين هما :

المسار الأول = ١ — ٢ ، ٢ — ٤ ، ٤ — ٦ = ١ + ٦ + ١ = ٨ يوم

المسار الثانى = ١ — ٣ ، ٣ — ٥ ، ٥ — ٦ = ٢ + ٢ + ١ = ٥ يوم

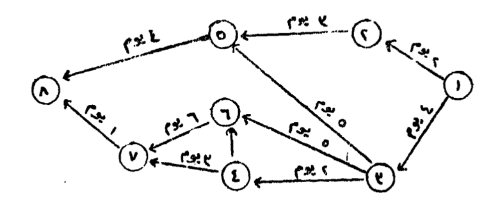
ويلاحظ أن المسار الأول أطول من المسار الثانى (يحتاج إلى مدة أطول لكى يتم تحقيق المسار (ومعنى ذلك أنه إذا فرض أن المسار الثانى (الأنشطة

حـ ، ى ، هـ) انتهت فى ٥ أيام فإن المشروع مازال تحت التنفيذ ولن يتم إلا بانتهاء تنفيذ الأنشطة م ، ب ، حـ .

ويلاحظ أن إتمام هذا المشروع يتوقف على تنفيذ الأنشطة م ، ب ، هـ ولذلك يسمى المسار ١ — ٢ ٢ ٦ — ٤ ٤ ٦ — ٦ بالمسار الحرج أى المسار الذى يؤثر على فترة المشروع ويعرف المسار الحرج بأنه أطول المسارات وقتا فى شبكة الأعمـــال . وايضاً الانشطة الحرجة هى تلك الأنشطة التى تقع على المسار الحرج .

أسلوب بيرت Pert فى الحقيقة يعتمد على تحديد المسار الحرج وبالتالى يعمل على التركيز على الأنشطة الحرجة والعمل على تخفيض فترة تنفيذ المشروع وذلك بتعديل الفترات اللازمة لإتمام الانشطة الحرجة — اعود للمثال السابق فلتخفيض مدة المشروع إلى أقل من ٨ أيام قد يكون بسحب جزء من الآلات العمال . . إلخ من الأنشطة ١ —٣ ٦ ٢— ٥ ٦ ٥— ٦ وبالتالى يمكن تخفيض هذه الموارد لتنفيذ الأنشطة ١ — ٢ ٦ ٢— ٤ ٦ ٤ — ٦ ومن هنا تقل الفترة اللازمة لتنفيذ هذه الأنشطة من ٨ أيام إلى ٦ أيام مثلا ، فقد يحدث تأثير على الأنشطة ١ — ٣ ٦ ٣ — ٥ ٦ ٥ — ٦ بأن تزداد الفترة اللازمة لتنفيذها من ٥ أيام إلى ٦ أيام ولـكن قد تم تحقيق تخفيض فى فترة إتمام المشروع الـكلى من ٨ أيام إلى ٦ أيام .

مثال : نفرض أن شبكة الأعمال التالية تمثل إحدى المشروعات :



ويلاحظ أن هناك ٥ مسارات ممكنة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية فى هذا المشروع وهى :

(ا) ١ — ٢ ، ٢ — ٥ ، ٥ — ٨

(ب) ١ — ٣ ، ٣ — ٥ ، ٥ — ٨

(ح) ١ — ٣ ، ٣ — ٤ ، ٤ — ٦ ، ٦ — ٧ ، ٧ — ٨

(ى) ١ — ٣ ، ٣ — ٦ ، ٦ — ٧ ، ٧ — ٨

(ﻫ) ١ — ٣ ، ٣ — ٤ ، ٤ — ٧ ، ٧ — ٨

ويلاحظ أن أطوال هذه المسارات كما يلى :

المسار	الوقت المطلوب لإتمام الأنشطة	الوقت الكلى
(ا)	٢ + ٢ + ٤	= ٩ يوم
(ب)	٤ + ٥ + ٤	= ١ يوم
(ح)	٤ ـ ٢ + ٦ + ١	= ١٥ يوم
(ى)	٤ + ٥ + ٦ + ١	= ١٦ يوم
(ﻫ)	٤ + ٢ + ٣ + [illegible]	= ١٠ يوم

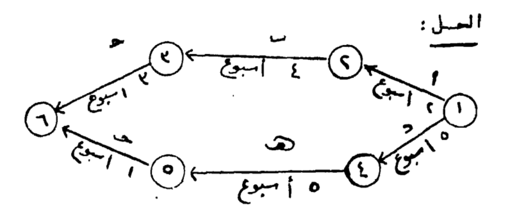
يلاحظ أن للمسار الحرج هنا هو المسار (ى) الذى يحتاج لأطول وقت لإتمامه وهو ١٦ يوم بالنسبة لجميع المسارات الممكنة فى هذا المشروع .

∴ يتم تحديد المسار الحرج فى المشروع على أساس أنه أطول المسارات من حيث الوقت المطلوب لإتمام الأنشطة المختلفة التى تقع على هذا المسار .

تطبيق : إليك مجموعة من الأنشطة اللازمة لإنتاج منتج معين وكذلك الوقت المتوقع لإتمام كل نشاط كذلك الأنشطة السابقة مباشرة لكل نشاط ، والمطلوب رسم شبكة الأعمال وكذلك تحديد المسار الحرج وكذلك الأنشطة الحرجة .

الرمز الدال على النشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت المتوقع لإتمام النشاط
ا	—	٣ أسبوع
ب	ا	٤ أسبوع
حـ	ب	٣ أسبوع
ء	—	٥ أسبوع
هـ	ء	٥ أسبوع
و	هـ	١ أسبوع

الحـل :



وبالتالى يمكن أيضاً تكوين الجدول الآتى :

الرمز الدال على النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت المطلوب لإتمام النشاط
ا	١ ، ٢	—	٣ أسبوع
ب	٢ ، ٢	ا	٤ أسبوع
حـ	٢ ، ٦	ب	٣ أسبوع
ء	١ ، ٤	—	٥ أسبوع
هـ	٤ ، ٥	ء	٥ أسبوع
و	٥ ، ٦	هـ	١ أسبوع

يلاحظ أن هناك مسارين أساسيين فى هذه الشبكة هما :

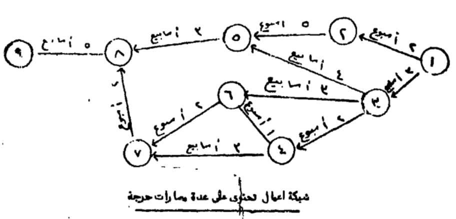
المسار الأول = ١ — ٢ ، ٢ — ٣ ، ٣ — ٦ ويتكون من الأنشطة ا ، ب ، حـ ويحتاج إلى ٢ + ٤ + ٣ = ٩ أسابيع لإتمام هذه الأنشطة .

المسار الثانى = ١ — ٤ ، ٤ — ٥ ، ٥ — ٦ ويتكون من الأنشطة د ، هـ ، و ويحتاج إلى ٥ + ٥ + ١ أسبوع لإتمام هذه الأنشطة .

هنا المسار الحرج هو المسار الثانى وهو أطول مسار فى الشبكة وبالتالى فإن الطريقة الوحيدة لتقصير الوقت الذى يحتاجه هذا المشروع لتنفيذه هو محاولة العمل على تقصير الوقت الذى يحتاجه إتمام الأنشطة التى تقع على المسار الحرج، وذلك عن طريق إضافة آلة جديدة لزيادة الإنتاج الخاص ببعض الأنشطة الحرجة وبالتالى يقل الوقت المطلوب لأداء هذا النشاط وهكذا .

وفى حالة وجـــود أكثر من مسار الحرج Multipls Critical Paths وهذه المسارات مستقلة عن بعضها Independent (بمعنى أنه لا يوجد وظائف مشتركة Common أو أنشطة مشتركة بين هذه المسارات) فإنه يجب العمل على تقصير هذه الأنشطة على المسارات المختلفة وذلك لتقصير المدة الكلية اللازمة لأداء المشروع . أما إذا كانت الأنشطة مشتركة Common بين المسارات المختلفة فإن تقصير أى من هذه الأنشطة المختلفة سوف يؤدى إلى تقصير أكثر من مسار حرج فى نفس الوقت .

مثال : لنفرض أن الشبكة التالية تمثل إحدى المشروعات :



شبكة أعمال تحتوى على عدة مسارات حرجة

يلاحظ أن المسارات الممكنة فى هذه الشبكة هى كما يلى :

المسار	الوقت اللازم لإتمام المسار
١-٢و٢-٥و٥-٨و٨-٩	٥+٣+٥+٢ =١٥ أسبوع
١-٢و٢-٥و٥-٨و٨-٩	٥+٣+٤+٢ =١٥ »
١-٢و٢-٦و٦-٧و٧-٨و٨-٩	٥+٢+٢+٣+٣ =١٥ »
١و٢-٢و٢-٤و٤-٧و٧-٨و٨-٩	٥+٢+٣+٢+٣ =١٥ »
١-٢و٢-٤و٤-٦و٦-٧و٧-٨و٨-٩	٥+٢+٢+١+٢+٣ =١٥ »

يلاحظ أن جميع المسارات (Pafhs) تحتاج الى ١٥ اسبوع لإتمامها ومن هنا يوجد طرق متعددة لتقصير المدة المطلوبة لإتمام هذا المشروع ويلاحظ أنه يوجد على الاقل ٥ طرق لتحقيق ذلك فمثلا من خلال الحلول التالية يمكن التأثير على الفترة المطلوبة لإتمام المشروع:

الحل رقم ١ : التأثير بتقصير الفترة المطلوبة لأداء النشاط ٨—٩

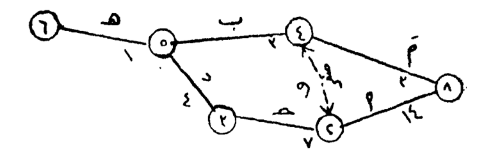
الحل رقم ٢ : التأثير بتقصير الفترة المطلوبة لأداء الأنشطة ١—٢و١—٣

الحل رقم ٣ : » » » » » » ٥-٨و٦-٧و٤-٧

الحل رقم ٤ : » » » » » » ١-٢و٢-٥و٢-٦و٢-٤

الحل رقم ٥ : » » » » » » ٢-٥و٢-٥و٣-٦و١-٦و٤-٧

ولكن السؤال الآن ماهو أحسن وسيلة لتقصير مدة المشروع أو بمعنى آخر ما هو أحسن حل ؟ الإجابة على هذا السؤال يأتى فى موضوع آخر من هذا الكتاب بعد أن نقوم باستعراض طريقة أكثر دقة لتحديد المسار الحرج ، ولنشرح ذلك نعود إلى المثال الذى ذكرناه سابقاً عن إعداد الميزانية التقديرية فى إحدى المشروعات الصناعية الكبرى ، نعود لتصوير هذه الشبكة الخاصه بالأعمال المتعلقة بأعداد الميزانية فيما يلى :



لتحديد المسار الحرج نحتاج إلى معرفة :

١ — الوقت المبكر لبداية النشاط Early Start

٢ — الوقت المبكر لنهاية النشاط Early Finish

٣ — الوقت المتأخر لبداية النشاط Late Start

٤ — الوقت المتأخر لنهاية النشاط Late Finish

ويلاحظ أن الوقت المبكر لبداية النشاط هو أقرب وقت ممكن نستطيع أن نبدأ فيه النشاط

The earliest possible time that Job can begin

أما عن الوقت المبكر لنهاية النشاط فإنه يتم حسابه كما يلي :

الوقت المبكر لنهاية النشاط = الوقت المبكر لبداية النشاط + الوقت المطلوب لإتمام هذا النشاط مثلا في شبكة الأعمال السابقة ، الوقت المبكر لبداية النشاط أ هو صفر ، الوقت المبكر لنهاية النشاط هو (صفر + ١٤ = ١٤ يوم) .

ولما كانت أي وظيفة أو نشاط لا يمكن بدايته إلا بعد إتمام وتنفيذ الأنشطة التي تسبقه فإذا لم يكن هناك أنشطة سابقة للنشاط موضع البحث فإننا نقول أن الوقت المبكر لبدايته هو صفر ، فهنا في هذا المثال الوقت المبكر لبداية الأنشطة ا ، اَ هو صفر لأنه لا يسبقهما أي أنشطة أخرى .

ولكن بالنسبة للأنشطة الأخرى فمثلا النشاط (ح) لا يمكن البدء فيه إلا إذا تم تنفيذ وإتمام النشاط السابق (ا) وبالتالي فإن :

الوقت المبكر لبداية النشاط (حـ) = الوقت المبكر لنهاية النشاط (أ)

= ١٤ يوم

ومن هنا يكون الوقت المبكر لنهاية النشاط حـ = ١٤ + ٧ = ٢١ يوم حيث (١٤) يمثل الوقت المبكر لبداية النشاط (حـ) ، (٧) يوم يمثل الوقت المطلوب لأداء النشاط (حـ) .

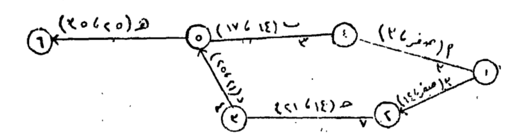
حتى النشاط الوهمى (و) فإن الوقت المبكر لبدايته يتم حسابه بمعرفة الوقت المبكر لنهاية النشاط الذى يسبقه (أ) وهو ١٤ يوم ولما كان نشاط وهمى أى لا يستغرق أى وقت لإتمامه (الوقت المطلوب لإتمامه = صفر) فإن الوقت المبكر لنهايته = ١٤ يوم .

هذه المعلومات بخصوص الوقت المبكر لبداية النشاط و الوقت المبكر لنهاية النشاط يتم حسابها كما يلى :

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المبكر لنهاية النشاط السابق

الوقت المبكر لنهاية النشاط = الوقت المبكر لبداية النشاط + الوقت المطلوب لأداء والانتهاء من هذا النشاط .

يتم وضع هذه المعلومات (مبكر البداية — مبكر النهاية) بين قوسين أعلا السهم الذى يمثل كل نشاط كما يلى :



لكى نحصل على هذه المعلومات فإننا نسير من أول نشاط إلى الذى يليه وهكذا خلال شبكة الأعمال حتى تصل إلى آخر نشاط مطلوب لإتمام المشروع أى أن خط السير يكون فى اتجاه أمامى Forward Pass حتى نصل إلى نهاية شبكة الأعمال

ويكون الوقت المبكر لنهاية آخر نشاط فى شبكة الأعمال هو وقت انتهاء المشروع كله وفى هذا المثال يلاحظ أن موعد انتهاء إعداد الميزانية النقدية فى الشبكة السابقة هو ٣٥ يوم من تاريخ بداية هذا المشروع ، أو بمعنى آخر يحتاج هذا المشروع إلى ٣٥ يوم وذلك لإتمامه وظهور الميزانية التقديرية .

حساب الوقت المتأخر لبداية النشاط وكذلك الوقت المتأخر لنهاية النشاط:

Late Start and Late Finish Times

يلاحظ فى الأمثلة السابقة أن هناك بعض الأنشطة التى لا تقع على المسار الحرج وبالتالى فإنه يمكن تأخير بدايتها وبالتالى تأخير الانتهاء منها دون أن يؤثر ذلك على المدة الكلية المطلوبة لإتمام وتنفيذ المشروع الكلى. يجب معرفة ذلك لان الإدارة يمكنها أن تستخدم هذه المعلومات فى تخطيطها المشروع . يتم ذلك بتعريف معنى الوقت المتأخر لبدايه النشاط وهو يمثل آخر موعد يمكن بدء النشاط فيه دون أن يؤدى ذلك إلى تأخير نهاية المشروع ، وأيضاً الوقت المتأخر لنهاية النشاط عبارة عن :

الوقت المتأخر لبداية النشاط + الوقت المطلوب لإتمام هذا النشاط . لحساب الوقت المتأخر لبداية النشاط وأيضاً لنهايته فإننا نبدأ من نهايته شبكة الاعمال ونسير فى اتجاه عكسى Packward Pass حتى نصل إلى أول نشاط فى الشبكة

فى المثال السابق الخاص بالميزانية التقديرية فإننا نبدأ من الحلقة (٦) الخاصة بالنشاط هـ ، هذا النشاط يجب أن يتم فى موعد ٣٥ يوم من بداية المشروع وذلك لكى لا يكون هناك أى تأخير فى إعداد الميزانية التقديرية ، ولذلك فإن ٣٥ يوم هو الوقت المتأخر لنهايه النشاط ولما كانت تحتاج إلى ١٠ أيام لإتمام هذا النشاط (هـ) فإن الوقت المتأخر لبدايه هذا النشاط يجب أن يكون

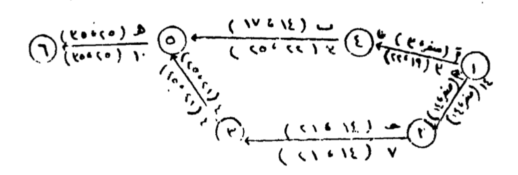
٣٥ — ١٠ = ٢٥ يوم .

الآن أمامنا نشاطين (ب) ، (ى) اللذان يسبقان النشاط هـ . بالنسبة للنشاط (ب) فإن الوقت المتأخر لنهايتـه يجب أن يكون ٢٥ يوم وذلك حتى

لا يتم تأخير المشروع . ولما كان يحتاج الى ٣ أيام لتنفيذه فإن الوقت المتأخر لبدايته سيكون ٢٥ — ٣ = ٢٢ يوم .

بالنسبة النشاط (ى) فإن الوقت المتأخر لنهـايته يجب أن يكون ٢٥ يوم ولما كان يحتاج الى ٤ أيام لتنفيذه فإن الوقت المتأخر لبدايته سيكون ٢٥ — ٤ = ٢١ يوم وهكذا حتى نصل إلى النشاط الأول فى الشبكة .

هذه الأرقام الخاصة بالوقت المتأخر للبداية والوقت المتأخر للنهاية توضع فى أقواس بالنسبه لكل نشاط فى أسفـل السهم الذى يدل على النشاط كما يتضح من الشكل التالى :



شبكة الأعمال تبين الوقت المبكر ، المتأخر لكل من بداية ونهاية النشاط .

يلاحظ فى هذه الشبكة أن السهم يمثل النشاط ويتم فوقه وضع اسم النشاط ، (الوقت المبكر لبدايته ، الوقت المبكر لنهايته) ويتم وضع أسفل السهم الوقت المطلوب لأداء النشاط ثم (الوقت المتأخر لبدايتـه ، الوقت المتأخر لنهـايته) كما يلى :

اسم النشاط (الوقت المبكر لبدايته ، الوقت المتأخر لنهايته)

الوقت المطلوب لأداء النشاط ، (الوقت المتأخر لبدايته ، الوقت المتأخر لنهايته)

يلاحظ من الشكل السابق أن بعض الأنشطة يتساوى فيها الوقت المبكر لبداية النشاط والوقت المتأخر لبداية النشاط أو يتساوى الوقت المبكر لنهاية النشاط مع الوقت المتأخر لنهاية النشاط كما هو الحال مثلا فى النشاط (هـ). والنشاط هو

، النشاط (د) ، ولكن أيضاً مثلا بالنسبة للنشاط (ب) فإن الوقت المبكر للبداية يختلف عن الوقت المتأخر للنهاية ١٤ ، ٢٢ على التوالى . هذا يعنى أنه النشاط ب يمكن أن يبدأ فى أى وقت بين ١٤ يوم ، ٢٢ يوم منذ بداية المشروع ولا يؤثر ذلك على موعد إنتهاء المشروع الكلى ، هذا الفرق يسمى بالوقت الفائض Slack ويتم حساب هذه الفرق بواسطة :

الوقت المتأخر لبداية النشاط — الوقت المبكر لنهاية النشاط

أو

الوقت المتأخر لنهاية النشاط — الوقت المبكر لنهايه النشاط

فإذا كان الفرق صفر فإنه لا يوجد وقت فائض وبالتالى فإن هذا النشاط يعد حرجا لأن أى تأخير فى إتمامه معناه تأخير فى الموعد الخاص بانتهاء المشروع وبالتالى يمكن تعريف المسار الحرج بأنه ذلك المسار الذى تكون الأنشطة الواقعة عليه حرجة أى لا يوجد فيها وقت فائض .

مثال :

فيما يلي البيانات الخاصة بتنفيذ إحدى المشروعات والمطلوب رسم شبكة الاعمال للمشروع وحساب الوقت الفائض .

اسم النشاط	أ	ب	ح	ء	هـ	و	س	ص
الوقائع المرتبطة بالنشاط	١ ، ٢	٢ ، ٤	٤ ، ٧	١ ، ٥	٥ ، ٧	١ ، ٣	٣ ، ٦	٦ ، ٧
الوقت المطلوب لاتمام النشاط	٦	٢٠	١٢	٢٠	٢٤	٦	٢٠	٤

خطوات الحل :

١ — رسم شبكة أعمال تمثل المشروع المطلوب تنفيذه .

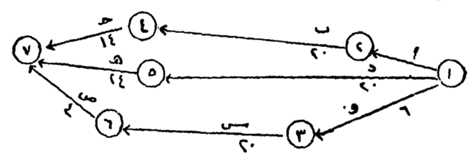
٢ — تحديد المسار أو المسارات الحرجة لتحديد الأنشطة الحرجة .

٣ — حساب الوقت المبكر لبداية النشاط وكذلك الوقت المبكر لنهاية النشاط .

٤ — حساب الوقت المتأخر لبدايه النشاط وكذلك الوقت المتأخرى لنهاية النشاط .

٥ — حساب الوقت الراكد .

١ — شبكة الاعمال:



٢ — يلاحظ أن المسار الحرج هو المسار (١ ، ٥) — (٥ ، ٧) الذى يضم الانشطة د ، هـ حيث أنه أطول مسار من حيث الوقت الذى يحتاجه لإتمام الانشطة الواقعة عليه (٢٠ + ٢٤ = ٤٤ يوم)

٣ — حساب الوقت المبكر لبداية النشاط وكذلك لنهاية النشاط :

افترض أن أول نشاط للمشروع يبدأ من النقطة صفر . أى أن حدث البداية صفر وبعدها يتم حساب الاوقات كمايلى :

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المبكر لنهاية النشاط السابق

« « لنهاية « = « « لبداية النشاط + الوقت المطلوب لاداء هذا النشاط .

نشاط ا

الوقت المبكر لبداية النشاط = صفر

الوقت المبكر لنهاية النشاط = صفر + ٦ = ٦

نشاط ب

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٦

الوقت المبكر لنهاية النشاط = ٦ + ٢٠ = ٢٦

نشاط حـ

الوقت المبكر لبدايه النشاط = ٢٦

الوقت المبكر لنهايه « = ٢٦ + ١٢ = ٣٨

نشاط ى

الوقت المبكر لبداية النشاط = صفر

الوقت المبكر لنهاية « = صفر + ٢٠ = ٢٠

نشاط هـ

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٢٠

« « لنهايه « = ٢٠ + ٢٤ = ٤٤

نشاط و

الوقت المبكر لبداية النشاط = صفر

« « لنهاية « = صفر + ٦ = ٦

نشاط س

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٦

« « لنهاية « = ٦ + ٢٠ = ٢٦

نشاط ص

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٢٦

« « لنهاية « = ٢٦ + ٤ = ٣٠

٤ — حساب الوقت المتأخر لبداية النشاط وكذلك لنهاية النشاط :

هنا كما ذكرنا سابقاً سيكون المسار فى اتجاه عكس بمعنى أننا نبدأ بآخر

نشاط فى العملية الخاصة بالمشروع ونسير فى اتجاه عكسى حتى نصل إلى أول نشاط

الوقت المتأخر لبداية النشاط = الوقت المتأخر لنهاية النشاط — الوقت المطلوب لأداء النشاط .

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = الوقت المتأخر لبداية النشاط + الوقت المطلوب لأداء النشاط .

أيضاً سوف نجد أن :

الوقت المتأخر لبداية النشاط = الوقت المتأخر لنهاية النشاط السابق .

« « لنهاية « = « « لبداية « التالى :

نشاط ح

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٤٤ وهو موعد انتهاء المشروع .

« « لبداية « = ٤٤ — ١٢ = ٣٢

نشاط ب

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٣٢

« « لبداية « = ٣٢ — ٢٠ = ١٢

نشاط ا

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ١٢

« « لبداية « = ١٢ — ٦ = ٦

نشاط هـ

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٤٤

« « لبداية « = ٤٤ — ٢٤ = ٢٠ يوم

نشاط :

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = ٢٠

« « لبداية « = ٢٠ — ٢٠ = صفر

نشاط ص

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٤٤

« « لنهاية « = ٤٤ — ٤ = ٤٠

نشاط س

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٤٠

« « لنهاية « = ٤٠ — ٢٠ = ٢٠

نشاط و

الوقت المبكر لبداية النشاط = ٢٠

« « لنهاية « = ٢٠ — ٦ = ١٤

شبكة الاعمال موضحا عليها جميع البيانات

لحساب الوقت الفائض يتم عمل الجدول الآتى وتستخدم المعادلة الآتيـة :

الوقت الراكد = الوقت المتأخر للبداية — الوقت المبكر للبداية

او

الوقت الراكد = الوقت المتأخر للنهاية — الوقت المبكر للنهاية

اسم النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت المطلوب لاداء النشاط	الوقت المبكر للبداية	الوقت المبكر للنهاية	الوقت المتأخر للبداية	الوقت المتأخر للنهاية	الوقت الراكد
ا	٢،١	٦ يوم	صفر	٦	٦	١٢	٦
ب	٤،٢	٢٠	٦	٢٦	١٢	٣٢	٢٠
حـ	٧،٤	١٣	٢٦	٢٨	٣٢	٤٤	٦
ى	٥،١	٢٠	صفر	٢٠	صفر	٢٠	صفر
هـ	٧،٥	٢٤	٢٠	٤٤	٢٠	٤٤	صفر
و	٣،١	٦	صفر	٦	٤٤	٢٠	١٤
س	٦،٣	٢٠	٦	٢٦	٣٠	٤٠	١٤
ص	٧،٦	٤	٢٦	٣٠	٤٤	٤٤	١٤

يلاحظ أيضاً أن الانشطة الحرجة فى تلك الانشطـة التى يكون فيها الوقت الراكد يساوى صفر وهى الأنشطة ى ، هـ فى هذا المثال .

تطبيقـــات

تطبيق رقم ١

فيما يلي البيانات الخاصة بإحدى المشروعات والمطلوب رسم شبكة المشروع ، تحديد المسار أو المسارات الحرجة وكذلك الوقت الفائض .

اسم النشاط	ا	ب	ح	ى	هـ	و
الوقائع المرتبطة بالنشاط	٢،١	٤،٢	٦،٤	٣،١	٥،٣	٦،٥
الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم	٣	٢	٦	٢	٣	٣

تطبيق رقم ٢

اسم النشاط	ا	ب	ح	ى	هـ	و	ق	ك	ع	ى
الوقائع المرتبطة بالنشاط	٢،١	٣،١	٥،١	٦،٢	٤،٣	٦،٤	٦،٥	٨،٥	٧،٦	٨،٧
الوقت المطلوب لأداء النشاط باليوم	١٤	٤	٤	٢	٦	١٤	١٢	٢٢	٦	١٢

المطلوب من البيانات السابقة:

١ — رسم شبكة الأعمال التي تمثل هذه الأنشطة .

٢ ـــ تحديد الوقت الفائض

٣ ـــ تحديد المسار ا والمسارات الحرجه.

تطبيق رقم ٣

قدمت إليك البيانات التالية وهى خاصة بالعمليات المتعلقه بدراسه السوق بغرض تقديم منتج جديد . والمطلوب رسم شبكة تمثل هـــذه الأعمال ، تحديد الوقت الفائض وتحديد المسار الحرج .

اسم النشـاط	ا	ب	حـ	د	هـ	و	س
الوقائع المرتبطه بالنشـاط	١، ٤	١، ٢	٢، ٤	٢، ٣	٤، ٥	٣، ٥	٥، ٦
الوقت المطلوب لأداء النشـاط بالأسبوع	٦	٢٨	صفر	١٤	٦	٨	٢٠

تطبيق رقم ٤

فى المثال الخاص ببناء المنزل والذى قدمناة فى المرحلة الخاصة بتخطيط وجدولة شبكة الأعمال . المطلوب رسم شبكة الأعمال موضحاً عليها الوقت المبكر لبداية ونهاية كل نشـاط وكذلك الوقت المتأخر لبدايه ونهاية كل نشاط أيضاً المطلوب تحديد الوقت الفائض والأنشطة الحرجة.

تطبيق رقم ٥

إحدى الشركات الصغيرة التى تعمل فى مجال الصيانه لديها إحدى مشروعات متعلقة بعملية الصيانة فى إحدى الشركات الصناعية . هذا المشروع يتكون من

عشرة وظائف — الجدول الآتى يبين العلاقة بين الوظائف المختلفة وكذلك الوقت المطلوب لأداء كل وظيفة .

اسم الوظيفة	أ	ب	حـ	د	هـ	و	س	ص	ع	ى
الوقائع المرتبطة بالوظيفة	١،٢	٢،٣	٢،٤	٣،٥	٣،٦	٤،٦	٤،٧	٥،٨	٦،٨	٧،٨
الوقت المطلوب لأداء الوظيفة	٢	٣	٥	٤	١	٦	٢	٨	٧	٤

المطلوب مايلى :

١ — رسم شبكة تصور خطة تنفيذ هذه الوظائف .

٢ — تحديد الوقت المبكر والمتأخر لبداية ونهاية هذه الوظائف .

٣ — تحديد الوقت الفائض .

٤ — تحديد الوظائف الحرجة .

تطبيق رقم ٦

يحتاج السيد توفيق وزوجته وأولاده إلى القيام بمجموعه من الأنشطة كل صباح وذلك حتى يمكن من الذهاب إلى عمله ، الجدول الآتى يعطى قائمة بهذه الأنشطة وكذلك الوقت اللازم لإتمام النشاط وأيضا الأنشطة السابقة مباشرة لأى نشاط معين :

النشاط	وصف النشاط	الوقت المطلوب لإتمام النشاط (دقيقة)	النشاط السابق مباشرة
	أنشطة بواسطة السيد توفيق :		
١	جرس المنبه يدق	صفر	—
٢	ترك السرير وإيقاف جرس المنبه	٢	١
٣	العودة للسرير للاستراحة قليلا	١٠	٢
٤	الاستيقاظ وحلق الذقن والاستحمام	٢٢	٣
٥	ارتداء الملابس	١٠	٤، ١٣
٦	تناول الإفطار	٢٠	٥، ١٥
٧	تنظيف الأسنان بالفرشاة	٣	٦، ٢٠
٨	ارتداء ربطه العنق والجاكت	٤	٧
٩	حمل الحقيبة وأخذ السندوتشات	٢	٨، ١٧
١٠	توديع الزوجة	١	٩، ١٨
١١	الذهاب إلى محطة الأتوبيس	٤	١٠
١٢	ركوب الأتوبيس	صفر	١١
	أنشطة بواسطة الزوجة :		
١٣	الاستيقاظ وكى قميص الزوج	١٦	٣
١٤	إيقاظ الأطفال	٣	١٣
١٥	إعداد طعام الإفطار	٢٠	١٤
١٦	تناول طعام الإفطار	٢٠	١٥
١٧	لف السندوتشات للزوج	١٠	١٦
١٨	وضع المكياج وتصفيف الشعر	٣	٧، ١٧

أنشطة بواسطة الأطفال :

١٩	الاستيقاظ	٥	١٤
٢٠	استخدام الحمام	٣٧	١٩٦٤

المطلوب :

١ — تصوير الأنشطة اللازمة لكي يذهب السيد توفيق إلى عمله في شكل شبكة مشروع .

٢ — حساب الوقت المبكر لبداية ونهاية كل نشاط وكذلك الوقت المتأخر لبداية ونهاية كل نشاط .

٣ — تحديد المسار الحرج وحساب طوله .

٤ — متى يجب أن يدق جرس المنبه إذا أراد السيد توفيق أن يأخذ أتوبيس الساعة السابعة والنصف صباحاً .

٥ — إذا أراد السيد توفيق أن ينام فترة أطول وبالتالي يؤخر جرس المنبه وفي نفس الوقت يأخذ أتوبيس الساعة السابعة ونصف صباحاً هل يستطيع أن يحقق ذلك عن طريق :

(١) تخفيض وقت الاستحمام .
(ب) أن يأكل بسرعة .
(ح) أن يجهز قميصه في المساء .
(ى) أن يشترى السندوتشات من بوفية العمل .
(ﻫ) تأجيل تنظيف الأسنان حتى يذهب للعمل .
(و) تشجيع أولاده بأن يقضوا وقت قصير في الحمام .

بيرت والمسار الحرج

كلا من أسلوب بيرت وأسلوب المسار الحرج يعتمدان على العملية الخاصة بتحليل شبكة الأعمال حتى أنه يمكن القول أنها هي الأساس لهذين الأسلوبين . فثلا يلاحظ أن المسارات الحرجة والوقت الفائض (الخلاصة من إعداد وتحليل شبكة الأعمال) هما الأساس في تطبيق واستخدام نموذج بيرت وكذلك أسلوب المسار الحرج . ولكن السؤال الآن ماهو الاختلاف بين نموذج بيرت وأسلوب المسار الحرج . ويلاحظ أن هذين الأسلوبين Techniques قد تم استخدامهما بشكل مستقل لحل مشاكل مختلفة فمثلا نموذج بيرت قد تم استخدامه بشكل واسع في مجالات البحوث والتطوير الخاصة بصناعات الفضاء . هذه الصناعات تعد حديثة نسبياً ، ومنتجاتها ليست نمطية ، وتخضع لدرجات عالية للتغيير من فترة إلى أخرى . بمعنى آخر أن نموذج بيرت اختص منذ ظهوره بعملية تخطيط وجدولة مشروعات تتمتع بدرجة عالية من التغيير وبالتالى البيانات المطلوبة لهذه الجدولة غير أكيدة . Highly Uncertain أما بالنسبة لأسلوب المسار الحرج فإن الأمر مختلف . حيث أن هذا الأسلوب قد اختص بتخطيط وجدولة نوع آخر من المشروعات ، وهى المشروعات الخاصة بالإنشاء والتشييد . ففى مثل هذه المشروعات الخاصة ببناء منازل ، تشييد كبارى يتم استخدام مواد نمطية تعتمد على تكنولوجيا ثابتة وبالتالى فإن المشروعات تتعرض لدرجة محدودة جداً من التغيير .

هذه الاختلافات فى أنواع المشروعات أدت إلى وجود بعض الاختلافات بين أسلوب بيرت وأسلوب المسار الحرج . لقد لاحظنا أن بيرت يتعامل مع المشروعات التى تعمل لدرجة كبيرة فى ظل ظروف عدم التأكد وبالتالى لا بد وأن تأخذ بيرت ذلك فى حسبانها . ومن هنا فإن نموذج بيرت يفترض أن أوجه النشاط والعلاقات بينهما محددة بشكل واضح ولكن فإنها تسمح بوجود بعض

عوامل عدم التأكد (الغير يقينية) فى الوقت الذى يحتاجه هذا النشاط . أيضاً فإن أسلوب المسار الحرج يركز على تحديد كيفية التأثير على المسارات الحرجة بحيث يتم تنفيذ المشروع فى وقت أسرع وكذلك عملية تحديد تكاليف المشروع فى تنفيذ المشروع وبالتالى تقرر الإدارة عما إذا كان من المصلحة أن نقوم بتنفيذ المشروع فى وقت أسرع أو أنها تقرر بأن تختار الطريق الآخر (تنفيذ المشروع فى الوقت العادى) . الجزء التالى سوف يقوم بشرح تفصيلى لكل من أسلوب بيرت وكذلك أسلوب المسار الحرج وسوف يلاحظ من هذا العرض أهمية إعداد شبكة الأعمال وتحديد وقت الفائض لكل من هذين الأسلوبين .

نمـــــــوذج بيرت

مما سبق يتضح أن نموذج بيرت يدخـــل فى حسابه العوامل الخاصة بعدم التأكد بخصوص الأوقات المطلوبة لتنفيذ أى نشاط من الأنشطة التى تتكون منها شبكة الأعمال . لكل نشاط من الأنشطة التى يتكون منها المشروع يتم تقدير ثلاثة أنواع من الأزمنة :

١ — الوقت المتفائل Optimistic Estimate يمثل الوقت المتفائل أقصر وقت ممكن لتنفيذ النشاط .

٢ — الوقت المتشائم Pessimistic Estimate وهو يمثل أطول وقت لتنفيذ النشاط فبينما فى الوقت المتفائل يتم الافتراض أن كل شىء سيكون مثاليا وإيجابياً لتنفيذ النشاط أما فى الوقت المتشائم فإنه يفترض أن الحظ سيكون سيء أثناء التنفيذ . وبالطبع هنا يؤخذ العوامل الخاصة بالموقف نفسه وليس مثلا بالنواحى العامة كالزلازل أو الفيضانات .

٣ — الوقت الاكثر احتمالا Most Probable Estimate وهذا هو الوقت الذى يتم تقديره بناء على خبرة سابقة من جانب القائمين بتخطيط المشروع فيما يخص مشروعات سابقة مماثلة تم تنفيذها .

ومن واقع هذه التقديرات الخاصة بالأوقات الثلاث لتنفيذ أى نشاط فإنه يمكن أن يتم تحديد الوقت المتوقع Expected Time لتنفيذ أى نشاط ، ويتم ذلك عن طريق المعادلة الآتية :

الوقت المتوقع = المتوسط الحسابى المرجح بالأوزان لتقديرات الوقت الثلاث :

أما عن تحديد الأوزان فإنه يفترض أن التوزيعات الخاصة بالأوقات

المطلوبة لتنفيذ الأنشطة الخاصة تخضع للتوزيع الذى يسمى ب « بيتا » Beta وبالنسبة لهذا التوزيع Beta فإن الأوزان تكون كما يلى :

نوع الوقت	احتمالات الحدوث أو الوزن
المتشائم	١
الأكثر احتمالا	٤
المتفائل	١
	٦

ومن هنا يتم تطبيق المعادلة الآتية لتحديد الوقت المتوقع

$$\text{الوقت المتوقع} = \frac{\text{المتشائم} + ٤\,(\text{الأكثر احتمالا}) + \text{المتفائل}}{٦}$$

ويلاحظ أنه ليس فقط مفيداً أن يتم حساب الوقت المتوقع لتنفيذ النشاط ولكن أيضاً نرغب فى تحديد درجة ثقتنا فى هذا التقدير How reliable يتم ذلك عن طريق اختبار درجة التغيير فى تقديرات الوقت المتشائمة والمتفائلة ومقدار الاختلاف بينهما عن الوقت الأكثر احتمالا . فإذا كان مقدار الاختلاف بين التقديرات الثلاث كبيرة ، معنى ذلك أن درجة الثقـــة فى التقدير الخاص بالوقت المتوقع سوف يكون صغيراً . فمثلا إذا كانت الأوقات الخاصة بتنفيذ إحدى الأنشطة كما يلى :

نوع الوقت	الحالة الأولى	الحالة الثانية
المتفائل	٨ ساعة	٥ ساعة
الأكثر احتمالا	٩ ساعة	١٠ ساعة
المتشائم	١٠ ساعة	١٧ ساعة

ويلاحظ أنه فى الحالة الأولى درجة ثقتنا فى الوقت المتوقع المحسوب سوف تكون أكبر بكثير من درجة ثقتنا فى الوقت المتوقع المحسوب فى الحالة الثانية

ويتم حساب الاختلاف بين الأنواع المختلفة للأزمنة عن طريق الانحراف المعيارى والتباين :

يتم حساب الانحراف المعيارى عن طريق المعادلة الآتية :

$$\text{الانحراف المعيارى للوقت} = \frac{\text{التقدير المتشائم} - \text{التقدير المتفائل}}{٦}$$

$$\text{ففى المثال السابق يكون } \frac{١٠ - ٨}{٦} = \frac{١}{٣} \text{ فى الحالة الثانية}$$

$$\text{ويكون } \frac{١٧ - ٥}{٦} = ٢ \text{ فى الحالة الثانية}$$

أى الانحراف المعيارى هو $\frac{١}{٦}$ الفرق بين الوقت المتشائم والوقت المتفائل Two extremes يلاحظ أن زيادة الانحراف المعيارى (أو انحراف معيارى مرتفع أو عالى) يمثل درجة عالية من عدم التأكد فى تقديرتنا وبالتالى فإن الفرصة كبيرة جداً أن يختلف الوقت الذى يتم فيه التنفيذ فعلا عن الوقت الذى تم توقعه Actual and expected ولما كان الانحراف المعيارى = الجذر التربيعى للتباين فإن :

التباين = (الانحراف المعيارى)^{٢} = $(\frac{١}{٣})^{٢}$ فى الحالة الأولى أى = $\frac{١}{٩}$

التباين = $(٢)^{٢}$ فى الحالة الثانية أى = ٤

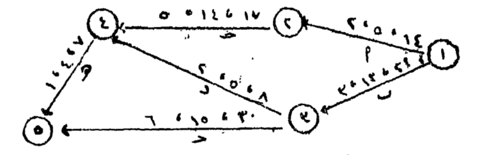
تحديد إمكانية أو احتمال تنفيذ المشروع فى وقت معين :

مما سبق اتضح أن إتمام المشروع يتوقف على الوقت المطلوب لإتمام وأداء الأنشطة الحرجة . فهنا الوقت المتوقع لإتمام المشروع هو عبارة عن مجموع

الأوقات الخاصة بالأنشطة التى تقع على المسار الحرج . لنفرض أنه لدينا البيانات الآتية بخصوص المشروعات الآلية :

النشاط	الوقائع	الوقت المتشائم	الأكثر احتمالا	المتفائل
ا	٢ ، ١	١٤	٥	٢
ب	٣ ، ١	٢١	١٢	٣
ح	٤ ، ٢	١٧	١٤	٥
د	٤ ، ٣	٨	٥	٢
هـ	٥ ، ٤	٧	٤	١
ط	٥ ، ٣	٣٠	١٥	٦

نقوم أولا برسم الأعمال كما يلى :



باستخدام المعادلات الخاصة بالوقت المتوقع ، بالانحراف المعيارى ، بالتباين المشروحة سابقاً نحصل على الجدول الآتى :

النشاط	الوقائع	الوقت المتوقع	الانحراف المعيارى	التباين
ا	١ ، ٢	٦	٢	٤
ب	١ ، ٣	١٦	٣	٩
حـ	٢ ، ٤	١٢	٢	٤
ء	٣ ، ٤	٥	١	١
هـ	٤ ، ٥	٤	١	١
و	٣ ، ٥	١٦	٤	١٦

وهنا المسار الحرج هو (١ ، ٣) — (٣ ، ٥) الذى يمثل أطول مسار من حيث الوقت المطلوب لإتمامه وبالتالى يتحكم فى موعد انتهاء المشروع .

الوقت المتوقع = ١٦ + ١٦ = ٣٢ يوماً مثلا .

التباين = ٩ + ١٦ = ٢٥

الانحراف المعيارى = $\sqrt{٢٥}$ = ٥

لكى نحسب احتمال تنفيذ وإتمام المشروع فى وقت معين يلزم الأمر تطبيق معادلة جديدة هى : احتمال إتمام المشروع عند وقت معين .

$$= \frac{\text{الوقت المستهدف — الوقت المتوقع للمسار الحرج}}{\text{الانحراف المعيارى للمسار الحرج}}$$

فمثلا إذا كان المطلوب هو معرفة احتمال تنفيذ المشروع فى ٢٠ يوم أو ٣٠ يوم أو ٣٥ يوم يكون كما يلى :

الحالة الأولى = احتمال تنفيذ المشروع فى ٢٠ يوم = $\frac{٢٠ - ٢٨}{٥}$

$= -\frac{٨}{٥} = -١,٦$

الحالة الاولى = احتمال تنفيذ المشروع فى ٣٠ يوم = $\frac{٣٠ - ٢٨}{٥}$

= $\frac{٢}{٥}$ = ,٤

الحالة الأولى = احتمال تنفيذ المشروع فى ٣٥ يوم = $\frac{٣٥ - ٢٨}{٥}$

= $\frac{٧}{٥}$ = ١,٤

هنا يتطلب الأمر الرجوع إلى بعض جداول الاحتمالات حتى يمكن تفسير هذه الأرقام أى ما معنى — ١,٦ ، ,٤ ، ١,٤ .

جدول احتمالات اتمام المشروعات فى مواعيدها المحددة(1)

احتمال إتمام المشروع قبل وقت محدد	الاحتمال (درجة الثقة)
٣	,٩٩٩
٢,٨	,٩٩٧
٢,٦	,٩٩٥
٢,٤	,٩٩٢
٢,٢	,٩٨٦
٢	,٩٧٧
١,٨	,٩٦٤
١,٦	,٩٤٥
١,٤	,٩١٩
١,٢	,٨٨٥
١	,٨٤١
,٨	,٧٨٨
,٦	,٧٢٦
,٤	,٦٥٥
,٢	,٥٧٩
صفر	,٥٠٠
,٢	,٤٢١
-,٤	,٢٤٥

(١) المصدر Wiest & Levy . op., cit., pp 46 — 47

احتمال إتمام المشروع قبل وقت محدد	الاحتمال (درجة الثقة)
— ,٦	,٢٧٤
— ,٨	,٢١٢
— ١,٠	,١٥٩
— ١,٢	,١١٥
— ١,٤	,٠٨١
— ١,٦	,٠٥٥
— ١,٨	,٠٣٦
— ٢	,٠٢٣
— ٢,٢	,٠١٤
— ٢,٤	,٠٠٨
— ٢,٦	,٠٠٥
— ٢,٨	,٠٠٣
٣,٠٠	,٠٠١

بناء على هذا الجـــدول يتم تفسير النتائج التى حصلنا عليها فى المثال السابق كما يلى :

احتمال تنفيذ المشروع فى ٢٠ يوم هو — ١,٦ يقابل القيمة ٥٥٠, فى جدول الاحتمالات ومعناه أن الثقة ضعيفة جداً أن يتم تنفيذ هذا المشروع فى ٢٠ يوم .

احتمال تنفيذ المشروع فى ٣٠ يوم هو ٤, يقابل القيمة ٦,٥٥ .

فى جـــدول الاحتمالات هذا معناه أن الثقة عبارة ٦٥ ٪ أن يتم تنفيذ المشروع فى هذا الموعد .

احتمال تنفيذ المشروع فى ٣٥ يوم هو ١٤ يقابل القيمة ٩١٩, فى جدول الاحتمالات .

وهذا معناه أن الثقة عبارة عن ٩١,٩ ٪ (عالية جداً) أن يتم تنفيذ هذا المشروع فى هذا الموعد .

تطبيقـــــات

تطبيـق ١

إليك الأنشطة التالية الخاصة بتنفيذ إحدى المشروعات والمطلوب حساب احتمال تنفيـــذ المشروع فى مدد أقصـــاها ٧ أسابيع ، ١٠ أسابيع ، ١٢ أسبوع .

النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت المتشائم	الوقت أكثر احتمالا	الوقت المتفائل
أ	١ ، ٢	٥	٢	٣
ب	٢ ، ٤	١١	٣	٧
حـ	١ ، ٢	١١	١	٣
د	٣ ، ٤	١١	١	٥

تطبيـق ٢

ترغب إحـــدى الشركات الصناعية فى إدخال منتج جديد للسوق ولا قدمت إليك البيانات التالية الخاصة بالأنشطة المختلفة لهذا المشروع والمطلو حساب احتمال تنفيذه فى مدد أقصـــاها ٥٠ يوم ، ٣٠ يوم ، ٧٠ على التوالى :

النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت المتشائم	الأكثر احتمالا	الوقت المتفائل
ا	١ ، ٢	٢٨	١٠	٤
ب	٢ ، ٣	٣٤	٢٨	١٠
حـ	٣ ، ٦	١٤	٨	٢
ء	١ ، ٤	٤٢	٢٤	٦
هـ	٤ ، ٥	١٦	١٠	٤
و	٥ ، ٦	٦٠	٣٠	١٢

تطبيق ٣ : قدمت إليك البيانات الآتية بخصوص إحدى المشروعات :

النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر احتمالا	الوقت المتشائم
ا	١ ، ٢	١	١	٧
ب	١ ، ٣	١	٤	٧
حـ	١ ، ٤	٢	٢	٨
ء	٢ ، ٥	١	١	١
هـ	٣ ، ٥	٢	٥	١٤
و	٤ ، ٦	٢	٥	٨
ى	٥ ، ٦	٣	٦	١٥

المطلوب :

١ — رسم شبكة الأعمال :
٢ — حساب الوقت المتوقع لإتمام الأنشطة المختلفة .
٣ — حساب التباين والانحراف المعيارى .

٤ — حساب احتمال تنفيذ المشروع قبل موعده بثلاث أسابيع .

٥ — حساب احتمال تنفيذ المشروع بعد موعده بثلاث أسابيع .

٦ — وإذا كان الموعـــد هو ١٨ أسبوع فما هو احتمال عدم تنفيذه فى هذا الموعد .

تطبيق ٤ :

الجدول الآتى يقدم بعض البيانات الخاصة بإحدى المشروعات :

النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت المتفائل	الوقت الأكثر احتمالا	الوقت المتشائم
ا	١ ، ٢	٣	٦	١٥
ب	٢ ، ٦	٢	٥	١٤
حـ	٢ ، ٣	٦	١٢	٣٠
ى	٢ ، ٤	٢	٥	٨
هـ	٣ ، ٥	٥	١١	١٧
و	٤ ، ٥	٣	٦	١٥
س	٦ ، ٧	٣	٩	٢٧
ص	٥ ، ٨	١	٤	٧
ك	٧ ، ٨	٤	١٩	٢٨

المطلوب :

١ — رسم شبكة الأعمال .

٢ — حساب طول المسار الحرج .

٣ — حساب الانحراف المعيارى للمسار الحرج .

٤ — حساب احتمال تنفيذ الأنشطة على المسار الحرج فى وقت طوله ٤١ يوم .

٥ — حساب احتمال تنفيذ المشروع ككل فى ٤١ يوم .

تطبيق ٥:

البيانات التالية خاصة بإحدى المشروعات الصغيرة :

النشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت المتفائل	الأكثر احتمالا	المتشائم
ا	—	٥ يوم	٦	٧
ب	—	٤	٥	١٨
حـ	ا	٤	١٥	٢٠
ء	ب ، حـ	٣	٤	٥
هـ	ا	١٦	١٧	١٨

المطلوب :

١ — تحديد الوقت المتوقع لإتمام هذا المشروع .

٢ — تحديد احتمال تنفيذ هذا المشروع فى ١٨ يوم .

أسلوب المسار الحرج :

يلاحظ مما سبق أن طريقة بيرت تأخذ فى حسابها أساساً عوامل عدم التأكد Uncertainty بخصوص الوقت اللازم لإتمام الأنشطة المختلفة فى شبكة الأعمال ، فهى تركز أصلا على تقدير الوقت الممكن تنفيذ المشروع فيه

أما أسلوب المسار الحرج فهو يركز أساساً على التكاليف الخاصة بتنفيذ المشروع والعمل على تخفيض هذه التكاليف مفترضاً أساساً أن الوقت اللازم لإتمام هذه الأنشطة محدداً تحديداً دقيقاً ومعروفا .

وبالتالى فإن أسلوب المسار الحرج يعمل ويهدف إلى بيان وتوضيح الأنشطة الحرجة التى بناء عليها يتوقف إتمام المشروع وتحديد الوسائل والتكاليف الخاصة بتقليل الوقت اللازم لإتمام الأنشطة الحرجة وبالتالى فإن أسلوب المسار

الحرج يهتم أساساً بالتكلفة فى حين أن أسلوب بيرت يهتم أساساً بتحديد الوقت المتوقع لإتمام المشروع .

من أهم مبادىء أسلوب المسار الحرج أن أى وظيفة يمكن تقليل الوقت الذى تحتاجه لإتمامها عن طريق تخصيص موارد أكثر (قوى بشريه ، آلات ، أموال .. إلخ) . وبالتالى فإن إسراع هذه الوظيفة أو النشاط (تقليل الوقت الذى تحتاجه الوظيفة لإتمامها وأداؤها) يتطلب تخصيص موارد أكثر لها يتحتم الأمر زيادة الإنفاق وبالتالى زيادة تكاليف أداء الوظيفة أو أداء النشاط . وكما أنه يمكن إسراع إتمام بعض الوظائف الحرجة فانه يمكن أيضا فى إتجاه آخر العمل على تبطئة إتمام الوظائف الغير حرجه وبالتالى توجيه بعض الموارد منها إلى الوظائف الحرجة كما أنه يعمل على تبطئة إتمام بعض الوظائف قد يؤدى إلى تقليل النفقات وبالتالى تقليل تكلفة إتمام هذه الوظائف . فى الجزء التالى نقوم بشرح تفصيلى لهذه السياسات ولكن قبل أن نتعرض لها يحسن أن نقوم بشرح مختصر عن طبيعة وأنواع التكاليف المتعلقة بأداء بعض المشروعات .

أنواع التكاليف المتعلقة بإتمام المشروع :

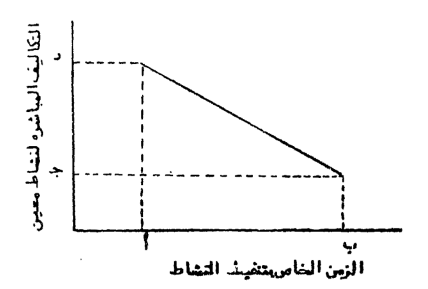
يلاحظ أن تكاليف المشروع ليست كلها تكاليف مباشرة يمكن تحميلها بصفة مباشرة لكل نشاط فهناك أيضاً التكاليف الغير مباشرة التى تتعلق بتنفيذ المشروع ككل وليست متعلقة بأنشطة معينة فى المشروع . بعض هذه التكاليف تزداد بزيادة مدة تنفيذ وإتمام المشروع . كما أنه بالإضافة إلى ذلك إذ كانت إدارة المشروع فى تعاقد مع الحكومة أو عميل معين على إتمام المشروع فى موعد معين وأن هناك جزاءات مادية إذا لم يتم فى خلال هذا الموعد أو على الوجه الآخر إذا كان هناك مكافآت مادية إذا تم تنفيذ المشروع قبل موعد معين فإن الإدارة تريد أن تعمل على معرفة تفقة انتهاء المشروع فى أوقات معينة وذلك لكى تقرر ما إذا كان لها من الأصلح تنفيذ للمشروع فى موعده أو التأخير عن التنفيذ أم تنفيذه قبل موعده . وهكذا .

يلاحظ أننا أمام نوعين من التكاليف :

١ ـ تكاليف مباشرة وهى التى ترتبط بأنشطة معينة وهى تزداد عندما ﺍﺩ سرعة إتمام النشاط .

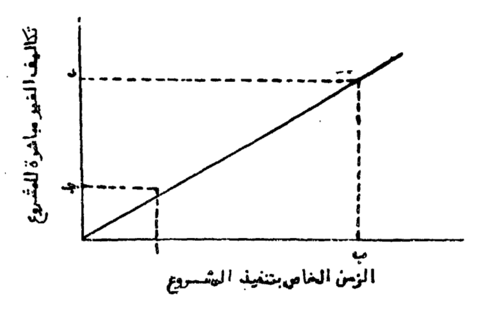
٢ ـ تكاليف غير مباشرة وهى مرتبطة بالمشروع ككل وهى تقل إذا تم تقليل المدة المطلوبة لأداء المشروع .

ويمكن تمثيل العلاقة بين التكاليف المختلفة والزمن كما يلى :



يلاحظ من الشكل السابق أن تقليل الزمن الخاص بإتمام نشاط معين من ب إلى ا يؤدى إلى زيادة التكاليف الخاصة باتمام هذا النشاط من ﺣ إلى ﺀ .

أما التكاليف الغير مباشرة فكما ذكرنا سابقاً نجدها مرتبطة بالمشروع وعلاقتها مع الزمن الخاص بتنفيذ المختلفة كما يلى :



يلاحظ من الشكل السابق أن تقليل الزمن الخاص بإتمام المشروع من ب إلى ا يؤدى أيضا إلى تقليل التكاليف الخاصة بإتمام هذا المشروع من د إلى حـ.

وبالتالى فإن الإدارة تعمل على البحث عن تلك النقطة من الزمن التى عندها تحقق الوضع الأمثل من حيث تقليل التكاليف الكلية للمشروع . هذه النقطة تحقق توازن بين :

١ — زيادة التكاليف المباشرة نتيجة إسراع بعض الأنشطة .

٢ — تقليل التكاليف الغير مباشرة نتيجة تقليل الوقت الكلى لاتمام المشروع

يتم الحصول على هذه النقطة المثالية Optimum Point باتباع الاجراءات الآتية :

١ — يتم إعداد شبكة الأعمال بالطريقة السابق شرحها .

٢ — يتم توضيح على هذه الشبكة أوقات البداية المبكرة .

٣ — يعد ما تم فى الخطوة السابقة تحديداً لاقصى وقت يمكن أن يتم فيه المشروع .

٤ — يمكن تقليل ذلك الوقت الأقصى عن طريق إسراع تنفيذ بعض الانشطة

٥ — يترتب على إسراع تنفيذ بعض الأنشطة تكاليف إضافية يتحملها المشروع .

٦ — إذا كانت هذه التكاليف الاضافية أقل من الوفر فى التكاليف الغير مباشرة التى تنتج من فترة المشروع .

٧ — يتم تكرار ذلك إلى أن نصل إلى النقطة التى عندها التكاليف الكلية المشروع أقل ما يمكن .

على أى حال عند اتباع الاجراءات السابقة تقابلنا مشكلة رئيسية وهى متعلقة بأى الوظائف التى يجب أن نعمل على سرعة تنفيذها وما هى النقطة التى عندها نوقف عملية تقصير الفترة الخاصة بتنفيذ المشروع . يلاحظ عند اتباع الاجراءات السابقة فإن :

١ — الأنشطة التى نعمل على تقصيرها هى الأنشطة الحرجة (التى تقع على المسار الحرج) .

٢ — يعمل على اختيار الانشطة الحرجة التى تقليل الوقت الخاص بإتمامها يؤدى إلى تكاليف إضافية أقل من الوفورات التى تتحقق فى التكاليف الغير المباشرة نتيجة تقليل الوقت اللازم لتنفيذ المشروع .

٣ — يتم الاستمرار فى اتباع القاعدة السابقة حتى نصل إلى أحد الحالات الآتية :

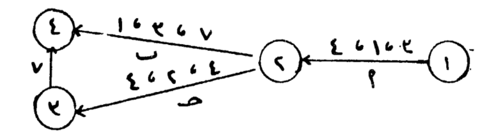
(أ) طبيعة النشاط لا يسمح تنفيذه فى وقت أقل .

(ب) بعض الأنشطة أصبحت حرجة فى المسارات الأخرى للمشروع .

(ج) التكاليف الاضافيه من إسراع إتمام النشاط أكبر من الوفورات التى تتحقق من تقليل مدة المشروع ككل .

مثـــال :

نفرض أن لدينا مشروع يتكون أساساً من أربع أنشطة تتعلق بإتمامه.



النشاط	الوقائع	الوقت العادى Nomal Time	الوقت المتسرع Crash Time	تكاليف الإسراع فى اليوم Cost of crashing per bay
أ	١ ، ٢	٣ يوم	١ يوم	٤ جنيه
ب	٢ ، ٤	٧ يوم	٣ يوم	١ جنيه
حـ	٢ ، ٣	٤ يوم	٢ يوم	٤ جنيه
د	٣ ، ٤	٥ يوم	٢ يوم	٢ جنيه

ويلاحظ هنا أن الأنشطة تختلف من حيث التكاليف الاضافية التى تنتج من إتمامها فى وقت أسرع من الوقت العادى لاتمامها مثلا تقصير مدة إتمام النشاط (ب) بيوم واحد يؤدى إلى زيادة التكاليف الاضافيه بمقدار يوازى ¼ التكاليف الاضافية التى تنتج من تقصير مدة إتمام النشاط (أ) وهكذا .

لنفرض أن التكاليف الغير مباشرة (Overheads) فى هذا المثال عبارة

عن ٤,٥٠ جنيهات فى اليوم والمطلوب تخطيط هذا المشروع بحيث يحقق أقل تكلفة ممكنة .

١ ـ الحل الممكن الأول (تنفيذ المشروع فى موعده المحدد) :

هنا نجد أن المسار الحرج هو (١ ، ٢) — (٢ ، ٣) — (٣ ، ٤)
أى ا حـ ى وطوله ٣ + ٤ + ٥ = ١٢ يوم .

تكلفة المشروع = تكلفة الاسراع + التكاليف الغير مباشرة (بفرض إهمال التكاليف المباشرة للأنشطة المختلفة .

تكلفة المشروع = صفر + ١٢ × ٤,٥ = ٤٥ جنيها .

٢ ـ الحل الثانى وهو خاص بإسراع إتمام نشاط أو أكثر من الأنشطة الواقعة على المسار الحرج :

يتم مقارنة بين التكاليف الاضافية التى تنتج من الاسراع يوم واحد فى إتمام الأنشطة الحرجة ويتم اختيار النشاط الذى تكون فيه هذه التكاليف أقل ما يمكن . بتطبيق ذلك يتم المقارنة بين الأنشطة ا ، حـ ، ى فنجد التكاليف الخاصة بالاسراع يوم واحد هى على التوالى ٤ ، ٤ ، ٢ وبالتالى يتم يتم اختيار النشاط ذو التكاليف الاضافية الأقل وهو النشاط ى .

يمكن تقصير مدة إتمام النشاط (ى) بمقدار ٣ أيام (الوقت العادى — الوقت المتسرع) غير أن النشاط (ب) به وقت فائض فقط ٢ يوم وبالتالى لا يمكن تقصير مدة النشاط (ى) بأكثر من يومين وبالتالى تكون المدة الكلية لاتمام المشروع هى (١٢ — ٢ = ١٠ يوم) .

تكلفة المشروع = تكلفة إسراع النشاط (ى) + النفقات الغير مباشرة

$= 2 \times 2 \quad + 10 \times 4,5$

$= 4 + 45$

= ٤٩ جنيها .

يلاحظ هنا بالرغم من أن تكاليف الإسراع زادت فإنه حدث وفر كل قدره ٥ جنيهات ناتج عن تخفيض التكاليف الغير مباشرة .

٣ — الحل الثالث :

أصبح الآن لدينا مسارين حرجين هما :

أ — ب

أ — حـ — د

ومن هنا فإن تقليل وقت المشروع يكون بتقليل كلا من هذين المسارين ولما كان النشاط (أ) مشترك بين هذين المسارين الحرجين فإن تقصير الوقت الخاص باتمام النشاط (أ) يعمل على تقصير هذين المسارين الحرجين فى نفس الوقت أو أننا يمكن تقصير وقت المشروع عن طريق الوقت الخاص بتنفيذ النشاطين ب ، حـ أو ب ، د . أمامنا الآن ثلاثة بدائل ويتم اختيار البديل الذى يؤدى إلى زيادة فى التكاليف الإضافية أقل نسبياً من البدائل الأخرى كما يلى :

البديل	النشاط المطلوب إسراعه	تكاليف الإسراع بالجنيه فى اليوم
الأول	أ	٤
الثانى	ب ، حـ	١ + ٤ = ٥
الثالث	ب ، د	١ + ٢ = ٣

من الواضح أن البديل الثالث يبدو أنه أحسن البدائل ، غير أنه لا يمكن تقصير النشاط (د) أكثر من يوم واحد حتى نصل إلى الحد الأدنى المطلوب لإتمام النشاط (د) وهو يومين وبالتالى تكلفة الحل ستكون كما يلى مع ملاحظة أن مدة المشروع قد تم تقصيرها بمقدار يوم واحد فقط لتصبح ٩ أيام .

تكلفة المشروع = تكاليف إسراع النشاط (ب) ، (د)
+ التكاليف الغير مباشرة
= ١ × ١ + ٢ × ٣ + ٩ × ٤,٥
= ١ + ٦ + ٤٠,٥
= ٤٧,٥

أما عن البديل الأول والثانى فيتم تقييمهما كما يلى .

البديل الأول : الاسراع فى النشاط (ا)

حيث أن النشاط (ا) يمكن تقصيرة يومان فإن التكلفة ستكون كما يلى علماً بأن مدة المشروع ستقل بمقدار يومين فتصبح ٩ — ٢ = ٧ يوم .

تكلفة المشروع = تكاليف إسراع ا ، ب ، د
+ التكاليف الغير مباشرة
= ٢ × ٤ + ١ × ١ + ٢ × ٣ + ٧ × ٤,٥
= ٨ + ١ + ٦ + ٣١,٥
= ٤٦,٥ جنيها .

البديل الثانى : الاسراع فى النشاط (ب) ، (حـ)

الآن ليس أمامنا سوى بديل واحد لتقصير مدة المشروع وهى تقصير الوقت المطلوب لاتمام الأنشطة (ب) ، (حـ) .

يلاحظ أن النشاط (ب) تم تقصيره بمقدار يوم ولكن يمكن تقصيره بمقدار ٣ أيام أخرى أما عن النشاط (حـ) فإننا يمكن تقصيره بمقدار يومان فقط .
هذه التكاليف يمكن توضيحها كما يلى :

تكلفة المشروع = تكاليف إسراع الأنشطة ا ، ب ، حـ ، د .
+ التكاليف الغير مباشرة

= ٢ × ٤ + ٣ × ١ + ٢ × ٤ + ٣ × ٢ + ٥ × ٤,٥
= ٨ + ٣ + ٨ + ٦ + ٢٢,٥
= ٤٧,٥ جنيها .

ويلاحظ أن هذه التكاليف تزيد عن التكاليف الخاصة بالبديل السابق . ويلاحظ أيضاً أن التحليل السابق يقدم للادارة بيانات تفيد فى عملية جدولة الأعمال ولكن بجانب هذه المعلومات التى احتواها التحليل السابق مطلوب بيانات أخرى غير كمية ويجب أن تؤخذ فى الحسبان عند تقدير جدولة الأعمال .

مشاكل عند تطبيق أساليب تحليل شبكات الأعمال :

فى الأجزاء السابقة تم شرح أسلوب بيرت والمسار الحرج وعرفنا كيف يعملان وكيف يتم استخدامهما والآن نتعرض فى هذا الجزء الأخير من هذا الفصل إلى تقييم لهذين الأسلوبين محاولين الإجابة على الأسئلة الآتية :

١ — هل حقيقة هذين الأسلوبين نافعين ؟

٢ — هل يستطيع أن يؤدى هذين الأسلوبين النواحى المفروض أن يؤديها ؟

٣ — هل حقيقة يمكنهم أن يساعدوا مدير المشروع فى تخطيط وجدولة مشروع معين ؟

نحن نعتقد أن النقد الذى يمكن توجيهه إلى هذين الأسلوبين ينتج من مجموعة الفروض Assumptions التى تقوم عليها النظرية ، هذه الفروض قد لا تكون صحيحة فى جميع الأحوال . فيما يلى نعرض هذه الفروض :

(١) أن المشروع يمكن تقسيمة إلى مجموعة من الأنشطة المعروفة والتى يمكن التنبؤ بها وأنها أنشطة مستقلة .

A Project Can be Subdivided into a Set Of Predictable Independent activites.

(ب) أن العلاقات بين الأنشطة المختلفة المكونة للمشروع يمكن تصويرها في شكل شبكة (Network,) .

(ح) أنه يمكن تقدير الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط .

(ى) أن الوقت المطلوب لاتمام النشاط يخضع لتوزيع بيتا وبالتالى فإن متوسط الوقت اللازم لاتمام النشاط عبارة عن $\frac{1}{6}$ حاصل جمع الوقت المتفائل ، المتشائم ، وأربع أمثال الوقت الاكثر احتمالا .

(ﻫ) أنه في الاسراع في القيام ببعض الانشطة تكون العلاقة بين الاسراع والتكاليف المباشرة علاقة طردية أما العلاقة بين الاسراع والتكاليف الغير مباشرة علاقة عكسية .

تطبيقـــــات

تطبيق رقم ١

فيما يلى البيانات الخاصة بإحدى المشروعات المطلوب تنفيذها والمطلوب :

١ ـــ رسم شبكة تمثل المشروع .

٢ ـــ حساب التكلفة العادية لإتمام المشروع .

٣ ـــ حساب التكلفة فى حالة تخفيض مدة إتمام المشروع بأسبوع .

النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت العادى	الوقت المسرع	تكاليف الإسراع فى اليوم
ا	١ ، ٢	١ أسبوع	صفر	٥٠
ب	٢ ، ٣	٣	١	٥٠٠
حـ	٣ ، ٦	٦	٤	٢٥٠
ء	١ ، ٤	٩	١	١٠٠
هـ	٤ ، ٥	٦	٢	٦٠٠
و	٥ ، ٦	٦	٢	٧٠٠

مع ملاحظة أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ٧٥ جنيها فى اليوم .

تطبيق رقم ٢

إحدى شركات الصيانة وضعت برنامج للصيانة لإحدى عملائها كما يلى :

النشاط	الوقائع المرتبطة بالنشاط	الوقت العادى	الوقت المتسرع	تكاليف الاسراع فى اليوم بالجنيه
ا	١ ، ٢	٩	٦	٢٠
ب	١ ، ٣	٨	٥	٢٥
حـ	١ ، ٤	١٥	١٠	٣٠
د	٢ ، ٤	٥	٣	١٠
هـ	٣ ، ٥	١٠	٦	١٥
و	٤ ، ٥	٢	١	٥٠

المطلوب :

١ — تحديد الوقت العادى لاتمام المشروع وكذلك الحد الأدنى للمدة الممكن تنفيذ هذا المشروع فيها .

٢ — إذا كانت التكاليف الغير مباشرة هى ٦٠ جنيها فى اليوم فما هى أحسن خطة تضعها لهذه المنشأة بحيث يتم تحمل أقل تكاليف ممكنة .

تطبيق رقم ٣ :

البيانات الآتية متعلقة بإحدى المشروعات :

النشاط	النشاط السابق	الوقت العادى	الوقت المتسرع	تكاليف الاسراع بالجنيه فى الساعة
ا	—	٨ ساعات	٦ ساعات	١
ب	ا	٧	٤	٢
حـ	ا	١٢	٥	٣
ى	ا	٩	٥	١
هـ	ب ، حـ ، ى	٦	٦	١

فإذا فرضنا أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ٢٤ جنيها فى الساعة فالمطلوب تحديد أنسب خطة للعمل بما يتماق بعنصر الوقت لكى يتم تحقيق أقل تكاليف كلية .

تطبيق رقم ٤

إحدى الشركات الصغيرة التى تعمل فى مجال الصيانة لديها إحدى المشروعات المتعلقة بعملية صيانة لاحدى الشركات الصناعية . هذه العملية تتكون من ١٠ وظائف . الجدول الآتى يبين العلاقة بين الوظائف المختلفة وكذلك أوقات تنفيذها .

إسم الوظيفة	ا	ب	ح	د	ه	و	س	ص	ع
الوقائع المرتبطة بالوظيفة	١،٢	١،٦	٢،٣	٢،٤	٣،٥	٤،٥	٦،٧	٥،٧	٧،٨
الوقت المتفائل (أسبوع)	٣	٢	٦	٢	٥	٣	٣	١	٤
الوقت الأكثر احتمالا (أسبوع)	٦	٥	١٢	٥	١١	٦	٩		١٩
الوقت المتشائم (أسبوع)	١٤	١٤	٢٠	[illegible]	[illegible]	١٥	٢٧	٧	٢٨
الوقت المتوقع (أسبوع)	٣	٣	٩	٣	٥	٥	٥	٢	١٠
تكاليف الأسراع في اليوم بالجنيه	٥	٧	٩	١٢	[illegible]	١٤	٢٠	٧	٧

١ — تحديد احتمال تنفيذ العملية في ٣٠ أسبوع .

٢ — ماذا تنصح الادارة بخصوص أنسب موعد لتنفيذ العملية إذا علمت أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ٢٠ ج في الأسبوع .

تطبيق ٥ :

إليك البيانات التالية المتعلقة بإحدى المشروعات والمطلوب :

١ — تحديد احتمال تنفيذ المشروع فى ٣٠ أسبوع .

٢ — ماذا تنصح الادارة بخصوص أنسب موعد لتنفيذ العملية ، إذا علمت أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ٣٠ ج فى الأسبوع .

النشاط	النتائج المرتبطة بالنشاط	الوقت المتفائل (أسبوع)	الأكثر احتمالا (أسبوع)	المتشائم (أسبوع)	المتسرع (أسبوع)	تكلفة الاسراع بالجنيه فى الأسبوع
ا	١،٢	٣	٦	١٥	٣	٥
ب	١،٦	٢	٥	١٤	٤	٧
ح	٢،٣	٦	١٢	٣٠	٦	٩
ء	٢،٤	٢	٥	٨	٣	١٢
هـ	٢،٥	٥	١١	١٧	٥	٨
و	٤،٥	٣	٦	١٥	٥	١٥
س	٦،٧	٣	٩	٢٧	٥	٢٠
ص	٥،٨	١	٤	٧	٢	٧
ك	٧،٨	٤	١٩	٢٨	١٠	٧

تطبيق ٦ : إليك البيانات الآتية بخصوص إحدى المشروعات التى يستلزم القيام بتسعة عمليات لإتمامه . المطلوب :

١ — حساب احتمال تنفيذ المشروع فى ٣٠ أسبوع .

٢ — ما هو أنسب موعد لتنفيذ هذا المشروع إذا علمت أن التكلفة غير المباشرة عبارة عن ٧٥ جنيه فى الأسبوع .

العملية	الوقائع المرتبطة بالعمليه	الوقت المتفائل بالاسبوع	الأكثر احتمالا بالأسبوع	المتشائم بالأسبوع	المسرع بالاسبوع	تكلفة الاسراع بالجنيه فى الاسبوع
ا	١—٢	٣	٦	١٥	٣	٥
ب	١—٦	٢	٥	١٤	٣	٧
حـ	٢—٣	٦	١٢	٣٠	٦	٩
د	٢—٤	٢	٥	٨	٣	١٢
هـ	٣—٥	٥	١١	١٧	٥	٨
و	٤—٥	٣	٦	١٥	٥	١٥
س	٦—٧	٣	٩	٢٧	٥	٢٠
ص	٥—٨	١	٤	٧	٢	٧
ك	٧—٨	٤	١٩	٢٨	١٠	٧

تطبيق ٧:

يحتاج إتمام إحدى المشروعات إلى الأنشطة الآتية :

النشاط	الوقائع	الوقت العادى	الوقت المتسرع	التكاليف المباشرة العادية	المتسرعة
				جنيه	جنيه
ا	١ ، ٢	٥ يوم	٤	١٠٠	١٢٠
ب	١ ، ٣	٦	٤	٢٠٠	٢٦٠
حـ	١ ، ٤	٤	٤	٣٠٠	٣٠٠
ى	٢ ، ٦	٧	٥	٥٠٠	٥٨٠
هـ	٢ ، ٥	٨	٦	٧٠٠	٨٠٠
و	٣ ، ٥	٦	٥	٥٠٠	٥٦٠
ن	٣ ، ٧	٥	٥	٤٠٠	٤٠٠
ك	٤ ، ٧	٩	٨	٩٥٠	١٠٢٠
ل	٥ ، ٦	٢	٢	٢٠٠	٢٠٠
م	٥ ، ٧	٣	٢	٢٥٠	٣٢٥
ن	٦ ، ٧	٤	٣	٣٥٠	٤٤٠
هـ	٧ ، ٨	٥	٣	٥٠٠	٧٠٠

فإذا علمت أن تقصير المشروع بيوم واحد سوف يحقق وفر فى التكاليف الغير مباشرة قدرها ٨٥ جنيهاً . فما هو افضل وضع لتنفيذ هذا المشروع .

تطبيق ٨ :

فيما يلى بيانات إحدى المشروعات المقترح تنفيذها :

النشاط	١ — ٢	٢ — ٥	٥ — ٧	١ — ٤	٤ — ٦	٦ — ٧	١ — ٣	٣ — ٧
الوقت المتشائم	٤	٦	١٢	٨	٨	١٠	٣	١٨
الوقت المتفائل	٢	٣	٤	٤	٤	٦	١	١٠
الوقت الأكثر احتمالا	٣	٤	٨	٦	٦	٨	٢	١٤
الوقت المتسرع	٢	٣	٦	٥	٥	٧	١	١٢
التكلفة العادية	١٠	٢٠	٥٠	٦٠	٦٠	٥٠	١٠	٨٠
التكلفة المتسرعة	٠	٤٠	٨٠	٩٠	٨٠	٦٠	٣٠	١٢٠

التكاليف الغير مباشرة ٣٠٠ جنيه فى اليوم

الوقت بالأسبوع والتكلفة بالجنيه .

والمطلوب :

١ — رسم شبكة المشروع وتحديد المسار الحرج .

٢ — حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة والوقت الراكد

٣ — حساب احتمال إنهاء المشروع قبل ١٨ أسبوع .

٤ — حساب الزيادة فى التكاليف الناتجة عن تخفيض وقت تنفيذ المشروع إلى ١٧ أسبوع .

وفيما يلى بيانات احتمالات إنهاء المشروعات فى مواعيدها :

الاحتمال أمام (— ١,٦) = ٠٥٥,٠

الاحتمال أمام (— ١,٨) = ٠٣٦,٠

الاحتمال أمام (— ٢) = ٠٢٣,٠

تطبيق رقم ٩ :

المطلوب مستخدما اسلوب تحليل شبكات الأعمال تحديد احتمال تنفيذ المشروع الآن فى مدة زمنية قدرها ٢٤ يوم وما هى الزيادة أو التخفيض فى التكلفة إذا رغبنا فى تنفيذ المشروع فى مدة زمنية قدرها ٣٢ يوم فقط إذا علمت أن التكاليف الغير مباشرة عبارة عن ١٠ جنيه فى اليوم .

عمليات المشروع	أحداث العمليات	الوقت بالأيام				تكلفة الإسراع
		الوقت المتفائل	الأكثر احتمالا	المتشائم	المتسرع	بالجنيه فى يوم
ا	١ – ٢	٢	٦	٢٧	٥	٢
ب	١ – ٣	٢	٥	١٤	٧	٣
حـ	٢ – ٤	٦	١٢	٣٠	٦	٤
د	٣ – ٤	٢	٥	٨	٣	٥
هـ	٣ – ٥	٥	١١	١٧	٥	٦
و	٤ – ٦	٣	٦	١٥	٥	٧
ق	٥ – ٦	٣	٩	٢٧	٥	٨
ك	٦ – ٧	١	٤	٧	٢	٨

ملحوظة : القيمة أمام صفر فى جدول احتمالات اتمام المشروعات فى مواعيدها المحددة عبارة عن ٥٠٪

الباب الرابع

نظرية خطوط الانتظار

الباب الرابع

نظرية خطوط الانتظار*

Waiting Lines Theory
Queing Lines Theory

تتكون الصفوف عندما يصل عدد كبير من طالبي الخدمة فى نفس الوقت ، هذه المواقف شائعة جداً . فمثلا يمكن ملاحظة صفوف السيارات فى محطات خدمة السيارات ، صفوف العملاء أمام شبابيك السينما ، وصفوف السيارات التى تحتاج إلى إصلاح فى قسم الصيانة فى إحدى المصانع الكبرى . طائرات فى انتظار الهبوط فى إحدى المطارات وهكذا . يلاحظ أيضاً أن مراكز الخدمة نفسها قد تكون فى حالة انتظار العملاء أيضاً وبالتالى فإننا قد نجـــد بعض المواقف التى فيها ينتظر العميل بعض الوقت حتى يمكنه الحصول على الخدمة التى يحتاجها وبعض المواقف الأخرى التى فيها تنتظر مراكز الخدمة حتى يصل العملاء الذين سيطلبون الخدمة .

الهدف الرئيسى من نظرية الصفوف هو العمل على تخفيض الوقت الذى ينتظره العميل حتى يستطيع الحصول على السلعة أو الخدمة التى يحتاجها . حيث أن انتظار العملاء وقتاً طويلا حتى يستطيعوا الحصول على السلعة أو الخدمة التى يحتاجونها قد يؤثر عليهم فينصرفون عن طلب السلعة أو الخدمة وبالتالى يقال من الطلب على الخدمات والسلع المعروضة . كذلك نظرية الصفوف تهدف إلى تقليل الوقت الذى تكون فيه مراكز الخدمة عاطلة أوغير مستغلة بالكامل . مثال ذلك فى إحدى متاجر الأقسام يهدف مدير المتجر إلى تعيين عدد مناسب من مندوبى البيع بحيث لا ينتظر العملاء وقتاً طويلا لكى يتعاملوا مع مندوبى

---

* G. Thompson, Management Science, Mcgraw—Hill. USA 1970.

البيع كما أنه لا ينتظر أيضاً مندوب البيع بدون عمل حتى يصل العملاء الذين يطلبون الخدمة .

المفاهيم الأساسية فى نظرية الصفوف :

تحتوى نظرية الصفوف على ستة مفاهيم أساسية :

١ — معدلات وصول العملاء طالبى الخدمة .

٢ — معدلات انصراف العملاء طالبى الخدمة .

٣ — قنوات الخدمة Service Channels

٤ — نظام الخدمة .

٥ — مصدر العملاء Source of Customers

٦ — الحد الأقصى للعملاء الممكن تواجدهم فى مركز الخدمة .

خطوط الانتظار :

يظهر خط الانتظار عندما يصل عملاء أو وحدات للحصول على خدمة معينة ولا يستطيعون الحصول عليها فى الحال . وبالتالى يمكن تعريف خط الانتظار بأنه عبارة عن تراكم أفراد أو آلات فى حالة انتظار حتى يمكن إمدادهم بخدمة معينة ، يمكن ملاحظة خطوط الانتظار فى كل صناعة وفى كل مراكز الخدمات العامة ومن أمثلة ذلك موضحة فى الدول الآتى .

بعض أنواع لخطوط الانتظار التى يمكن ملاحظتها فى الحياة العملية :

وحدات طالبة الخدمة	مراكز الخدمة	خط الانتظار
١ — سيارات ترغب فى الحصول على البنزين .	عمال تموين السيارات فى محطة البنزين .	سيارات
٢ — عملاء يرغبون فى سداد قيمة مشترياتهم فى إحدى متاجر الأقسام .	عمال الخزينة فى متجر الأقسام .	عملاء
٣ — طائرات ترغب فى الهبوط فى إحدى المطارات	ممرات الهبوط فى المطار	طائرات
٤ — سفن ترغب فى تفريغ حمولتها فى إحدى الموانى .	مجموعات عمال تفريغ البضائع .	سفن
٥ — ماكينات فى حاجة إلى إصلاح .	عمال تصليح الماكينات	ماكينات
٦ — مرضى يحتاجون إلى خدمات طبية .	أطباء .	مرضى
٧ — مبانى حدث بها حريق والمطلوب إطفاؤها .	رجال المطافىء	مبانى محترقة
٨ — قضايا مطلوب الفصل فيها .	قضاة .	قضايا

مما سبق يتضح أن خطوط الانتظار تتكون من أربع مراحل :

(ا) وحدات أو أشخاص وصلت للحصول على خدمة معينة .

(ب) خط الانتظار نتيجة لعدم وجود التوازن بين الطلب على الخدمة وطاقة مركز الخدمة .

(ح) مراكز الخدمة التي تقوم بتزويد طالبي الخدمة بما يحتاجونه .

(ى) انصراف طالبي الخدمة بعد إمدادهم بها .

ويمكن تصوير ذلك كما يلي :

وحدات وصلت للحصول على الخدمة ← xxx ← خط الانتظار ← مركز خدمة (١) ←
مركز خدمة (٢) ←
مركز خدمة (٣) ←

طول خط الانتظار :

يشير طول خط الانتظار Length of Waiting line إلى عدد الأشخاص أو الوحدات التي تنتظر إمدادها بخدمة معينة ، في بعض الأحيان يشمل طول خط الانتظار أيضاً الأشخاص أو الوحدات التي دخلت مركز الخدمة وبدأت عمليات إمدادها بالخدمة ولكن لم تنتهي بعد .

نظام إمداد العملاء أو الوحدات بالخدمة :

يشير ذلك إلى نظام خط الانتظار Waiting line discipline أي إلى الترتيب الذي بواسطته يتم إمداد العملاء أو الوحدات بالخدمة التي يطلبونها عموماً وهناك عدة طرق لهذا الترتيب هي :

١ — خدمة الوحدات طالبة الخدمة طبقاً لترتيب وصولها

First come first served

وهذا هو النظام الأكثر شيوعاً .

٢ — إعطاء أولوية فى تقديم الخدمة طبقاً لظروف العملاء ، فمثلا قد يتم إعطاء أسبقية فى الهبوط فى إحدى المطارات للطائرة التى وقودها على وشك النفاذ أو يقوم الطبيب بالكشف على المرضى طبقاً لسوء حالاتهم الصحية وهكذا .

٣ — إمداد العملاء بالخدمات طبقاً لاختيار عشوائى .

سوف يتم التركيز فى هذا الكتاب فقط على خطوط الانتظار التى تقوم على أساس خدمة العملاء طبقاً لترتيب وصولهم إلى مراكز الخدمة .

الوحدات طالبة الخدمة ومراكز الخدمة :

يمثل الوحدات طالبة الخدمة (عملاء يرغبون فى إصلاح سياراتهم ، طائرات ترغب فى الهبوط فى المطار) الطلب على خدمة معينة والتى يتم توفيرها بواسطة مراكز الخدمة ، تمثل مراكز الخدمة مجموعة الأشخاص ومعداتهم والذين يقومون بتقديم خدمة معينة للوحدات التى تصل إلى مراكز الخدمه (عمال اصلاح السيارات ، ممرات الهبوط فى المطار) وقد يكون هناك مركز خدمة واحد أو أكثر من مركز خدمة فمثلا قد يكون هناك ميكانيكى واحد فى الجراج أو أكثر من ميكانيكى ، قد يكون هناك ممر واحد لهبوط الطائرات أو أكثر من ممر وهكذا ومن الطبيعى أنه اذا تعددت مراكز الخدمة فإنه من المفروض أن هذه المراكز المختلفة تقوم بتقديم نفس الخدمة .

ومن الملاحظ أن طول خط الانتظار يتوقف على :

العلاقة بين معدلات وصول العملاء وطاقة مراكز الخدمة :

فإذا كان معدلات وصول العملاء أكبر بكثير من طاقة مراكز الخدمة فإن خط الانتظار سوف يكون طويلا أما اذا كان معدلات وصول العملاء أقل بكثير من طاقة مراكز الخدمة فإن خط الانتظار سوف يكون قصيراً هذا اذا كنا نهتم بانتظار العملاء أما إذا كان الاهتمام بانتظار مراكز الخدمة أو بمعنى آخر إذا كان يهمنا الوقت العاطل الذى تنتظره مراكز الخدمة فإن طول خط

الانتظار لمراكز الخدمة سيكون قصيراً إذا كان معدلات وصول العملاء أكبر من طاقة مراكز الخدمة (أى أن خط انتظار العملاء طويلا) وبالعكس سيكون طول خط الانتظار لمراكز الخدمة نفسه طويلا إذا كانت معدلات وصول العملاء أقل من طاقة مراكز الخدمة (أى أن خط انتظار العملاء قصيراً) .

مما سبق يتضح أن مشاكل خطوط الانتظار تحتوى على عوامل أساسية :

١ — معدلات وصول العملاء (عدد العملاء الذين يصلون لطلب الخدمة فى الدقيقة ، الساعة ، أو اليوم) يمثل على طلب الخدمة .

٢ — معدلات انصراف العملاء بعد تزويدهم بالخدمة وهذا يتوقف على عدد مراكز الخدمة وأيضاً على الوقت اللازم لتقديم الخدمة ، وعلى كل حال هناك بعض المواقف التى يكون فيه الوقت المطلوب لخدمة عميل غطيا أى لايختلف من عميل إلى آخر وأيضاً هناك بعض المواقف الذى يتغير فيه الوقت المطلوب لأداء الخدمة من عمل إلى آخر .

مثال توضيحى :

لنفرض أن إحدى مصانع السيارات تحصل على أجزاء السيارات اللازمة لتجميع السيارات من عدة موردين ، فمثلا الشاسيه من مورد معين ، الأجزاء الكهربائية للسيارة من مورد آخر ، الأجزاء الخاصة بالموتور من مورد ثالث وهكذا .

يتم نقل هذه الأجزاء من الموردين بواسطة سيارات النقل (اللورى) . هنا تصل سيارات النقل محملة بأجزاء السيارات بمعدل سيارة كل ساعتين خلال اليوم إلى المكان المعد لتفريغ حمولتها ، ولقد خصصت هذه الشركة فريق لتفريغ السيارات ويتكون من شخصين ويأخذ هذا الفريق نصف ساعة لتفريغ السيارة الواحدة . معنى ذلك أنه يلزم ساعة واحدة لتفريغ سيارة واحدة بواسطة فريق يتكون من شخصين .

هذا فى المثال ، الوحدات طالبة الخدمة هى عبارة عن سيارات النقل المحملة

بأجزاء السيارات ، أما مراكز الخدمة فهي عبارة عن فريق لتفريغ هذه السيارات، في هذا المثال يوجد مركز خدمة واحد وهو يتكون من شخصين معهم المعدات اللازمة لتفريغ السيارات المحملة بأجزاء السيارات .

السؤال الآن هل سيكون هناك خط انتظار في مثل هذه الظروف ؟ للإجابة على هذا السؤال نحتاج إلى بيانات إضافية . خاصة نحن نحتاج أن نعرف عما إذا كان عدد السيارات المحملة يختلف من ساعة إلى أخرى . فإذا كان هناك اختلاف في عدد السيارات المحملة طالبة الخدمة من ساعة إلى أخرى ، فإنه يلزم أن نعرف احتمالات وصول السيارات خلال اليوم .

يلاحظ أن أبسط حالة ، نادرة الحصول في الحياة العملية ، هي أن يكون معدل وصول السيارات المحملة (طالبة الخدمة) ثابت مثلا معدل وصول السيارات هو سيارتين / ساعة معنى ذلك أن ساعة بالضبط (ليس أكثر من ساعة وليس أقل عن ساعة) تصل سيارتين ، فإذا كان (للتبسيط) قدرة فريق التفريغ (الفريق يتكون من شخصين) هو تفريغ سيارتين في الساعة فإن معنى ذلك أنه لن هناك خط انتظار .

معدل وصول السيارات المحملة : سيارتين كل ساعة .

قدرة فريق التفريغ : تفريغ سيارتين كل ساعة

خط الانتظار : لا يوجد .

ولكن يندر أن تكون هذه البيانات متوافرة بشكل مؤكد في الواقع العملي فمثلا قد يكون معدل وصول السيارات المحملة في المتوسط هو سيارتين في الساعة (سيارتين/ساعة) ولكن العدد الفعلي السيارات المحملة طالبة الخدمة قد يختلف مثلا من صفر إلى خمسة سيارات في الساعة . الان إذا أمكن مقدماً معرفة عدد السيارات المحملة طالبة الخدمة التي تصل كل ساعه فإنه يمكن تحديد عدد الأشخاص الذين يعملون في مراكز الخدمة (يقومون بعملية التفريغ) وبالتالي مهما كان عدد السيارات المحملة طالبة الخدمة فإنه يمكن تفريغها في خلال ساعة واحدة فمثلا إذا كانت قدرة الشخص هي تفريغ سيارة في خلال ساعة واحدة

أى سيارة / ساعة وبالتالى فإذا علم أن هناك ٥ سيارات سوف تصل فى ساعة معينة فإنه يمكن تخصيص خمسة أشخاص لعملية التفريغ ومن هنا لن يكون هناك خط انتظار . يمكن تلخيص بيانات هذه الحالة التى تصور موقف معين الذى فيه يختلف عدد الوحدات طالبة الخدمة من ساعة إلى أخرى وتحاول الإدارة أن تتفادى خط انتظار سواء كان للعملاء (الوحدات طالبة الخدمة) أو لمراكز الخدمة (عمال تفريغ السيارات المحملة) كما يلى :

عندما يكون معدلات الطلب على الخدمة معروفة من ساعة إلى أخرى .

يمكن تخطيط أو جدولة العمل بحيث يتم تفادى تكوين خط الانتظار .

(جـــدول ١)

عدد السيارات طالبة الخدمة فى الساعة	عدد العمال المطلوبين لتفريغ السيارات لتفادى أى وقت عاطل لهم
صفر	صفر
١	١
٢	٢
٣	٣
٤	٤
٥	٥

من المعروف طبعاً إذا لم يكن هناك أية محاولة لتخطيط وجدولة العمال المطلوبين لتفريغ السيارات من ساعة أخرى فإنه سوف يحدث :

(١) بعض السيارات المحملة سوف ينتظر إلى أن يأتى دورها فى عملية التفريغ وذلك إذا كان معدل الطلب على الخدمة أكبر بكثير من الطاقة المتاحة لمراكز التفريغ .

(ب) بعض عمال التفريغ سوف يكون فى حالة انتظار إلى أن تأتى سيارات محملة تطلب تفريغها وذلك إذا كانت الطاقة الإنتاجية لمراكز التفريغ أكبر من معدل وصول السيارات .

غير أن الحالة السابقة تعد موقفاً ليس شائعاً الحدوث فى الحياة العملية ، على العكس فإن من الشائع جداً أن معدل وصول العملاء فى طلب الخدمة يكون غير مؤكد وبالتالى فإنه من الصعب معرفة عدد السيارات المحملة التى تصل إلى مراكز التفريغ فى الساعة وبالتالى فإذا كان هناك عوامل عدم التأكد بخصوص معدلات الطلب على عملية التفريغ فإننا سوف نحتاج إلى استخدام نظرية الاحتمالات وذلك لمعرفة احتمال وصول عـــدد معين من سيارات النقل فى ساعة معينة إلى مراكز التفريغ . وبالتالى فإن الأمر يتطلب جمع بيانات تاريخية عن معدلات وصول العملاء إلى مراكز الخدمة حتى يمكن معرفة احتمالات حدوث بعض هذه الظواهر فى المستقبل . أى المطلوب معرفة مدى تكرار وصول عدد معين من السيارات المحملة فى ساعة معينة ، لنفرض أن هذه بيانات تم تجميعهـــا بخصوص عدد السيارات المحملة التى وصلت إلى مراكز التفريغ فى خلال الأسبوعين الماضيين والتى تمثل ٨٠ ساعة عمل (٤٠ ساعة عمل لكل أسبوع) .

(جـــدول ٢)

عدد السيارات المحملة التي وصلت لطالب الخدمة في الساعة	عـــدد مرات حدوث ذلك	التكرار النسبي	احتمال حدوث ذلك في المستقبل
صفر	١٢	$\frac{١٢}{٨٠}$ = ١٥٪	١٥٪
١	٢٠	$\frac{٢٠}{٨٠}$ = ٢٥٪	٢٥٪
٢	٢٠	$\frac{٢٠}{٨٠}$ = ٢٥٪	٢٥٪
٣	١٦	$\frac{١٦}{٨٠}$ = ٢٠٪	٢٠٪
٤	٨	$\frac{٨}{٨٠}$ = ١٠٪	١٠٪
٥	٤	$\frac{٤}{٨٠}$ = ٥٪	٥٪
المجموع	٨٠	١٠٠٪	١٠٠٪

وبعد ذلك نقوم بحساب عدد السيارات المحملة المتوقع وصولها فى المستقبل لمراكز التفريغ فى الساعة كما يلى :

$$\frac{10}{100} \times 0 + \frac{25}{100} \times 1 + \frac{30}{100} \times 2 + \frac{20}{100} \times 3 + \frac{10}{100} \times 4 + \frac{5}{100} \times 5 = 0 + ,25 + ,50 + ,60 + ,40 + ,25 = 2$$

معنى ذلك أن عدد السيارات المحملة المتوقع وصولها إلى مراكز التفريغ الساعة هى عبارة عن ٢ سيارة .

بعد معرفة عدد السيارات المتوقع وصولها فإنه يمكن جدولة عدد الأشخاص المطلوبين لتفريغ هذه السيارات . ولما كان عدد السيارات المتوقع وصولها سيارتين فى الساعه فإنه يبدوا أن عدد الأشخاص المطلوبين لعملية التفريغ يجب أن يكون ٢ حيث أنه يمكن للشخص الواحد أن يقوم بتفريغ سيارة فى الساعة ولكن عندما يكون هناك تغيرات فى عـــدد وصول السيارات المحملة طالبة الخدمة فإن من المشكوك فيه تحديد فريق التفريغ بعدد ٢ أشخاص هو تحديد مناسب .

ولتحديد العدد المناسب للأشخاص الذى يكون فريق للتفريغ ينبغى معرفة :

(أ) تكاليف مركز الخدمة : ومن المعروف أن هذه التكاليف تختلف باختلاف عدد الأشخاص الذين يكونون فريق العمل أى إذا كان هناك شخصين فقط يعملان فى مركز الخدمة فإن تكلفة مركز الخدمة ستكون أقل عما إذا كان هناك ٤ أشخاص وهكذا .

(ب) التكاليف المتوقعة من انتظار بعض الوحدات طالبة الخدمة . حيث أن هذا يعتبر وقت عاطل بالنسبة للسيارات المحمله فى مثالنا السابق .

الجزء التالى سوف يناقش كيفية تحـــديد مستويات الخدمة بمعنى آخر هل يجب أن يكون هناك فريق واحد لتفريغ السيارات المحملة أو فريقان أو أكثر وهكذا .

بعض القرارات المتعلقة بخطوط الانتظار :

يعد أحد القرارات الهامه فى هذا المجال تحديد مستوى الخدمة . فمثلا تحديد عدد الأشخاص الواجب تواجدهم فى مركز تفريغ السيارات المحملة . تحديد عدد طلمبات البنزين فى محطة خدمة السيارات ، تحديد عدد شبابيك السينما ، تحديد عدد مراكز الصيانة فى إحدى المصانع وهكذا .

ويلاحظ أن تكاليف مراكز الخدمة يتوقف إلى حد كبير على عدد مراكز الخدمة نفسها فمثلا تكاليف الخدمة فى حالة وجود فريق عمل واحد لتفريغ حمولة السيارات تكون أقل من الحالة التى يوجد فيها لدينا ثلاثة فرق عمل أو أكثر وهكذا . بمعنى آخر إذا زاد مستوى الخدمة Level of service فإن تكاليف الخدمة سوف تزيد أيضاً . والجدول الآتى يوضح ذلك .

مستوى الخدمة وتكاليف الخدمة

(جـدول ٣)

عدد مراكز الخدمة (مستوى الخدمة)	تكاليف الخدمة فى الساعة (بفرض أن أجر الشخص فى الساعه ٢ جنيه)
	جنيه
شخصين	٤
٣ أشخاص	٦
٤ أشخاص	٨

بالإضافة إلى وجود تكاليف الخدمة التى ترتبط بعدد مراكز الخدمة فإنه أيضا يوجد نوع آخر من التكاليف وهو التكاليف الناتجة عن انتظار بعض الوحدات طالبة الخدمة . فمثلا فى حالة سيارات النقل فإنه فى حالة انتظار بعض هذه السيارات معناه وقت ضائع بالنسبة لسائق السيارة بالاضافة إلى عدم استغلال الطاقة الإنتاجية المتاحة (السيارة) أقصى استغلال . ويلاحظ أن هذه

التكاليف ترتبط أيضاً بمستوى الخدمة ولكن العلاقة هنا هذه المرة علاقة عكسية فكلما زاد مستوى الخدمة (عدد مراكز الخدمة) كلما قل احتمال انتظار السيارات وبالتالى تقل التكاليف الخاصة بالانتظار . الجدول الآتى يبين ذلك :

(جدول ٤)

عدد مراكز الخدمة (مستوى الخدمة)	التكاليف المتعلقة بالانتظار فى الساعة جنيه
شخصين	١١
٣ أشخاص	٢,٥
٤ أشخاص	١,٥٠

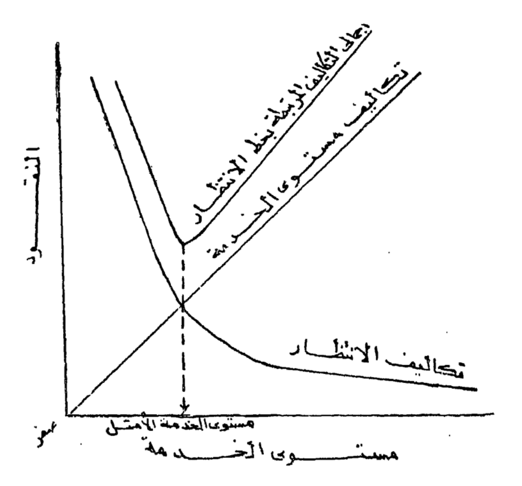
هذا معناه أنه كلما زاد مستوى الخدمة ، كلما قل احتمال تعطيل بعض السيارات فى انتظار تفريغها وبالتالى تقل عدد السيارات التى تنتظر التفريغ وبالتالى تقل التكاليف والخسارة الناتجه من انتظار بعض السيارات .

يلاحظ أن التكاليف الكليه المتعلقه بخط الانتظار عبارة عن مجموع . تكاليف الخدمه فى الساعه + التكاليف المتعلقه بالانتظار فى الساعه كما يلى

عدد مراكز الخدمه	التكاليف الكليه المتعلقه بخط الانتظار جنيه
شخصين	١٥
٣ أشخاص	٨,٥
٤ أشخاص	٩,٠

ويلاحظ أن الوضع الأمثل فى المثال السابق هو الوضع الذى عنده تكون التكاليف الكليه أقل ما يمكن . أى ذلك الوضع الذى فيه يتم تخصيص ٣ أشخاص للقيام بعمليه تفريغ السيارات .

يوضح الرسم البياني الاتى العلاقه بين التكاليف ومستويات الخدمه ومن هذا الرسم البياني يمكن تحديد الحد الامثل لمستوى الخدمه .



مثال : إحدى المصانع الكبرى لديه قسم لإصلاح الآلات والماكينات التي تستخدم في أقسامه الإنتاجية . وهذا القسم يتكون من ٣ أشخاص لتقديم هذه الخدمة . طالبي الخدمه (الأقسام الإنتاجية في المصنع) يصلون لهذا القسم (يطلبون خدمات هذا القسم) بمعدل يصل إلى حوالى ٤ في الساعة . من الطبيعي أنه في بعض الأحيان يكون الطلب على خدمات هذا القسم أكثر من ٤ في الساعة وفي بعض الأحيان الأخرى أقل من ٤ في الساعة . ولما كان يحتاج تقديم الخدمة (إصلاح الآلات) إلى نصف ساعة لخدمة عميل واحد فإنه بالتالي يستطيع هذا القسم خدمه ٦ عملاء (٦ أقسام إنتاجية) في الساعة الواحدة .

هنا نحتاج إلى معرفة كثافة الحركة أو كثافة التشغيل .

(Expected utilisation rate)

وهي عبارة عن قسمة عدد العملاء المتوقعين خلال فترة زمنية معينة على الطاقة الإنتاجية لوحدات الخدمة .

$$\text{كثافة التشغيل} = \frac{\text{عدد العملاء المتوقعين في فترة زمنية معينة}}{\text{الطاقة الإنتاجية لوحدات الخدمة في فترة زمنية معينة}}$$

من الطبيعي أن أبسط حالة حينما يكون معدل وصول العملاء ثابت وكذلك أيضاً الطاقة الإنتاجية لوحدات الخدمة .

لنفرض أن معدل وصول العملاء هو ٤ في الساعة وإن الطاقة الإنتاجية لوحدات الخدمة هي خدمة ٦ عملاء في الساعة فإن كثافة التشغيل سوف تكون ٦٧٪ ($\frac{٤}{٦}$) .

في هذا الوضع فإن العملاء لن ينتظروا مطلقاً وأن مركز الخدمة سيكون مشغولا بنسبة ٦٧٪ أى بمعنى آخر مستغلا فقط ٦٧٪ من وقته الكلى

أما إذا كان معدل وصول العملاء أكبر من طاقة وحدات الخدمة فإن خط الانتظار سوف يتكون .

لكى ندخل بعض التعقيدات فى مثلنا هذا ، نفرض أن معدل وصول العملاء لطلب الخدمة غير مؤكد (Uncertain) بمعنى أنه فى بعض الأحيان يكون أكثر من ٤ وفى البعض الآخر يكون أقل من ٤ . هنا نرغب فى معرفة وقت الانتظار المتوقع .

$$\text{وقت الانتظار المتوقع} = \frac{\text{معدل التشغيل المتوقع}}{\text{طاقة وحدات الخدمة}}$$

$$= \frac{٤ \div ٦}{٦} = \frac{١}{٩} \text{ ساعة}$$

ويلاحظ أن زيادة طاقة وحدات الخدمة سوف يؤدى إلى تقليل وقت الانتظار المتوقع فمثلا إذا زاد عدد العاملين فى الورشة إلى ٤ أشخاص فإن

$$\text{وقت الانتظار المتوقع سيكون} = \frac{٤ \div ٨}{٨} = \frac{١}{١٦} \text{ ساعة}$$

لنفرض فى هذه المشكلة :

١ — أجر العامل فى الورشة (وحدة الخدمة) عبارة عن ٦٠ قرشاً فى الساعة .

٢ — تكاليف إنتظار القسم الإنتاجى لحين حصوله على الخدمة عبارة عن ١٤,٤ جنيهاً فى الساعة (هذه التكاليف ناتجة عن الخسارة من توقف الإنتاج فى القسم الإنتاجى) .

المطلوب تحديد مستوى الخدمة الأمثل فى الورشة (عدد العاملين فى الورشة).

الجدول الآتى يصور هذه المشكلة ويقدم بعض الحلول :

مستوى الخدمة (عدد العاملين فى الورشة)	طاقة قسم الخدمة فى الساعة	عدد العملاء المتوقع وصولهم لطلب الخدمة	وقت الانتظار المتوقع للعميل بالساعة	تكاليف الانتظار بالجنيه	تكاليف مستويات الخدمة بالساعة	إجمالى التكاليف المرتبطة بخط الانتظار بالساعة
٣	٦	٤	$\frac{١}{٢}$	١,٦	١,٨	٣,٤
٤	٧	٤	$\frac{١}{٦٢}$	,٩	٢,٤	٣,٣
٥	١٠	٤	$\frac{١}{٢٥}$	,٥٧٦	٣,—	٢,٥٧٦

ويلاحظ من هذا المثال أن الحل الأمثل هو اختيار مستوى الخدمة الذى عنده التكاليف الكلية أقل ما يمكن وهو تشغيل ٤ عمال فى الورشة .

طاقة قسم الخدمة فى الساعة = عدد العاملين فى الورشة × الوقت المطلوب لخدمة عميل واحد بواسطة العامل .

تكاليف الانتظار = وقت الانتظار المتوقع × تكاليف انتظار القسم الإنتاجى .

تكاليف مستويات الخدمة = عدد العاملين فى الورشة × أجر العامل فى الساعة .

حل مشاكل الانتظار بأسلوب المحاكاة :

لنعود إلى المثال السابق الخاص بتفريغ السيارات المحملة بشحنات قطع الغيار وفيه قمنا بتحديد :

١ — الاحتمالات المختلفة لوصول السيارات المحملة كما يلى :

عدد السيارات المحملة	صفر	١	٢	٣	٤	٥
الاحتمال	١٥٪	٣٥٪	٢٥٪	٢٠٪	١٠٪	٥٪

٢ — الوقت المطلوب لتفريغ سيارة واحدة بواسطة عامل واحد هو ساعة (معنى ذلك أن تفريغ سيارة واحدة بواسطة عاملين سيكون نصف ساعة) .

(كذلك فإن ٣ عمال يستطيعون تفريغ ٣ سيارات فى الساعة)

لتحديد الوضع الأمثل لمستوى الخدمة (عدد العاملين فى قسم التفريغ) يكون بعمل نموذج لمحاكاة المشكلة فمثلا للتبسيط يمكن عمل نموذج يمثل ٢٠ساعة عمل بالنسبة لقسم التفريغ كما هو مبين فى الجدول الآتى :

الساعة	الأرقام العشوائية	عدد السيارات المتوقعة (المحاكاة)	عدد السيارات الفعلي	مستوى الخدمة	عدد السيارات تحت التفريغ	وقت الانتظار	تكاليف الانتظار بالجنيه
صفر						٢	صفر
١	٣٥	١	٣	٣	٢	صفر	صفر
٢	٨٦	٤	٤	٣	٣	١	١٠
٣	٧٨	٣	١	٣	٣	١	١٠
٤	١٦	١	٢	٣	٣	صفر	صفر
٥	٥	صفر	صفر	٣	صفر	صفر	صفر
٦	٤٤	٢	٢	٣	٢	صفر	صفر
٧	٩٦	٥	٥	٣	٣	٢	٢٠
٨	٢٣	١	٣	٣	٣	صفر	صفر
٩	١٧	١	١	٣	١	صفر	صفر
١٠	٩٢	٤	٤	٣	٣	١	١٠
١١	٩	صفر	١	٣	١	صفر	صفر
١٢	٧	صفر	صفر	٣	صفر	صفر	صفر
١٣	٦٣	٢	٢	٣	٢	صفر	صفر
١٤	٩٦	٥	٥	٣	٣	٢	٢٠
١٥	١٨	٣	٣	٣	٣	صفر	صفر
١٦	٤	صفر	صفر	٣	صفر	صفر	صفر
١٧	٩٤	٤	٤	٣	٣	١	١٠
١٨	٥٣	٢	٣	٣	٣	صفر	صفر
١٩	٩١	٤	٤	٣	٣	١	١٠
٢٠	٤١	٢	٣	٣	٣	صفر	صفر
				٦٠	٤٤		٩٠

معدل التشغيل $= \frac{٤٤}{٣ \times ٢٠} =$ ٧٣٪

مثـــال :

لنفرض أن نظام العمل فى قسم الإمداد المركزى فى إحدى المصانع يتم على أساس مبدأ خدمة النفس Self Service . طبقاً لهذا النظام يقوم كل من هو فى حاجة إلى أدوات كتابية ، مهمات إدارية إلخ فى تجميع بنفسه هذه المواد والمهمات على أن يراجع هذه الاحتياجات أمين المخزن وذلك بغرض ضبط التكاليف وتوزيعها على الادارات والأقسام التى قامت بسحب مواد أومهمات من هذا المخزن .

ولقد وجد ما يلى :

١ — أنه فى المتوسط فى خلال ساعة زمن واحدة ، يصل ٢٥ موظف لكى يجمعوا احتياجاتهم من المواد والمهام الإدارية .

٢ — أن أمين المخزن يحتاج إلى دكيقتين وذلك لمراجعة ماتم تجميعه من مواد ومهمات إدارية بواسطة موظف واحد .

م عبارة عن متوسط معدل وصول العملاء طالبى الخدمة
Mean Cistomer arrival rate

و عبارة عن متوسط معدل الخدمة (طاقة الخدمة المطلوبة لخدمة عميل واحد) Mean service rate

هنا م = ٢٥ عميل فى الساعة

و = ٦٠ ÷ ٢ = ٣٠ عميل فى الساعة .

وذلك لأن العميل الواحد (الموظف الواحد الذى أتى لأخذ احتياجاته من المواد والمهمات الادارية) يحتاج إلى دقيقتين للمراجعة من جانب أمين المخزن . وبالتالى فى الساعة الواحدة يستطيع أمين المخزن مراجعة المهمات التى تم تجميعها بواسطة ٣٠ موظف .

متوسط عدد العملاء (الموظفين) المنتظرين لكى يأتى دورهم فى عملية المراجعة بواسطة أمين المخزن أو فعلا تتم المراجعة عليهم عبارة عن :

$$\frac{م}{و - م}$$

$$= \frac{٢٥}{٣٠ - ٢٥} = ٥$$

متوسط وقت الانتظار للعميل الواحد

$$= \frac{١}{و - م}$$

$$= \frac{١}{٣٠ - ٢٥}$$

$= \frac{١}{٥}$ ساعة أو ١٢ دقيقة

معدلات استخدام مركز الخدمة (هنا مركز الخدمة عبارة عن أمين المخزن)

$$= \frac{م}{و}$$

$$= \frac{٢٥}{٢٠}$$

$$= \frac{٥}{٦}$$

$= ٨٣٪$

معنى ذلك أن أمين المخزن يكون مشغولا فقط ٨٣٪ من وقته الكلى .

ولكى نقوم بحساب التكلفة اليومية لخط الانتظار فى هذا الموقف نلاحظ أن هناك نوعين من التكلفة :

١ — تكلفة أمين المخزن الذى يعمل فى قسم الإمداد ولنفرض أنه يعمل ٨ ساعات يوميا وأن ساعة العمل الواحدة تكلف المنشأة ٥٠ قرش .

∴ تكلفة أمين المخزن فى اليوم = ٨ × ٥٠ = ٤٠٠ قرش

٢ — تكلفة الوقت الضائع الذى يقضيه أى موظف يحضر إلى قسم الامداد فى الانتظار لحين مراجعة ما قام بتجميعه من مهمات .

لنفرض أن أجر العامل أو الموظف فى الساعة عبارة عن ٧٠ قرش . وبالتالى فإن تكلفه انتظار الموظف الواحد عبارة عن ٧٠ × $\frac{1}{5}$ هنا $\frac{1}{5}$ تمثل وقت انتظار الموظف الواحد فى الساعة أى ١٢ دقيقة .

٧٠ × $\frac{1}{5}$ = ١٤ قرش

ولما كان فى المتوسط يتوافد ٢٥ موظف وعامـــل فى الساعة وأن عدد ساعات العمل اليومى عبارة عن ٨ ساعات فإن متوسط عدد العمال الذين يتوافدون فى اليوم عبارة عن :

٢٥ × ٨ = ٢٠٠ عامل

وبالتالى فإن التكلفه اليومية للانتظار فيما يتعلق بالوقت الضائع للعملاء (العمال والموظفين الذين يتوافدون بطلب احتياجاتهم من قسم الامداد)

عبارة عن :

٢٠٠ × ١٤ = ٢٨٠٠ قرش

وبالتالى فإن التكلفه الكليه للانتظار فى قسم الامداد المركزى عبارة عن مجموع :

١ — تكلفه أمين المخزن اليوميه (تكلفه مراكز الخدمه) .

٢ — تكلفه الوقت الضائع فى الانتظار بخصوص العملاء طالبى الخدمه .

أى ٤٠٠ + ٢٨٠٠ = ٣٢٠٠ قرش .

= ٣٢ جنيها .

ويلاحظ أن التحليل السابق لا يأخذ فى حسبانه الوقت الذى يقضيه كل عامل فى عمليه تجميع احتياجاته من المواد والمهمات الادارية حيث أن هذا

الوقت يعد مستقلا Independent عن الوقت الخاص بخط الانتظار الذى يتعلق بعمليه المراجعه فقط .

وقد تلاحظ الادارة أن الوقت الذى يقضيه الموظف لكى يحصل على احتياجاته من المهمات الادارية طويلا وفى مثلنا هذا عبارة عن ⅕ ساعه أى ١٢ دقيقه خصوصاً وأن تكلفه الوقت الضائع بواسطه هؤلاء العاملين عبارة عن سبعه أمثال تكلفه أمين المخزن .

$$\frac{٢٨٠٠}{٤٠٠} = ٧ \text{ مرات}$$

لاصلاح هذا الموقف أمامنا طريقين :

١ — إجراء تعديلات فى عمليه المراجعه من شأنها تزيد من سرعه إتمام هذه العمليه نفسها وذلك بتعيين أمين مخزن أكثر كفاءة أو بإلقاء جزء من عمليه المراجعه على عاتق العمال أنفسهم مثل ملأ النماذج والسجلات ، أو عن طريق جعل عمليه المراجعه أوتوماتيكيه .

٢ — تعيين أكثر من أمين مخزن فى قسم الامداد المركزى .

لنفرض أنه تم تعديل نظام المراجعه بأن يكون نظام أوتوماتيكى وذلك أدى إلى أن يستطيع أمين المخزن أن يقوم بخدمه ٦٠ عميل فى الساعه الواحدة . أى يستطيع أمين المخزن أن يقوم بمراجعه احتياجات ٦٠ موظف فى الساعه الواحـــدة .

أى و = ٦٠

وبالتالى فإن :

$$\text{متوسط عدد العاملين المنتظرين} = \frac{٢٥}{٦٠ - ٢٥}$$

$$= \frac{٢٥}{٣٥} = \frac{٥}{٧}$$

= ٧, عامل

متوسط وقت الانتظار للعامل الواحد $= \frac{١}{و - م}$

$= \frac{١}{٦٠ - ٢٥}$

$= \frac{١}{٣٥}$ ساعه

$= \frac{٦٠}{٣٥} = ١,٧$ دقيقة

معدل استخدام وقت أمين المخزن $= \frac{م}{و}$

$= \frac{٢٥}{٦٠}$

= ٤١٪

تكلفه أمين المخزن فى اليوم = ٤٠٠ قرش ،

تكلفه الوقت الضائع العامل الواحد $= ٧٠ \times \frac{١}{٣٥}$

= ٢ قرش

تكلفه الوقت الضائع للعاملين فى اليوم

= ٢٠٠ × ٢

= ٤٠٠ قرش

تكلفه الانتظار الكليه = ٤٠٠ + ٤٠٠ = ٧٠٠ قرش

ولنفرض أن المعدات التى تم استخدامها وذلك لجعل عمليه المراجعه أوتوماتيكيه تكلف فى اليوم ٥٠٠ قرش فإن متوسط التكلفه اليومية الكليه المتعلقه بهذا الموقف ما يلى :

(١) أجر أمين المخزن .

(٢) تكلفة الوقت الضائع العاملين وذلك بسبب انتظارهم لإتمام المراجعة

(٣) تكلفة المعدات المستخدمة لإسراع عملية المراجعة .

أى ٤٠٠ + ٤٠٠ + ٥٠٠ = ١٢٠٠ قرش

= ١٢ جنيهاً .

وبالتالى فإن التحول إلى نظام أوتوماتيكى أدى إلى وفر قدره ١٩ جنيهاً (٣٢ — ١٣) .

تطبيق « تنظيم الارشيف فى إحدى الجامعات »

تأخذ إحدى الجامعات بنظام الارشيف المركزى وبخصوص عملية استلام المراسلات المطلوب تصديرها بواسطة العاملين فى الكليات المختلفة يتم العمل كما يلى :

١ — يقوم العاملين فى الكليات المختلفة بتسليم المراسلات المطلوب تصديرها جهات خارجية إلى إدارة الارشيف المركزية بالجامعة .

٢ — يقوم موظف الأرشيف بالإدارة المركزية باستلام ومراجعة المراسلات المطلوب تصديرها ويحتاج ذلك ١٠ دقائق فى المتوسط لمراجعة مراسلات أى موظف يأتى إلى إدارة الأرشيف .

٣ — يحضر فى المتوسط فى الساعة الواحدة ٢٠ موظف وذلك لتسليم مراسلاتهم بغية تصديرها لخارج الجامعة .

٤ — أجر موظف الارشيف فى الساعة عبارة خمسون قرشاً ومدة العمل اليومى عبارة عن ٨ ساعات .

٥ — متوسط أجر العامل أو الموظف الذى يفد إلى إدارة الارشيف فى الساعة عبارة عن ٦٠ قرش .

الحـــل :

متوسط معدل وصول العملاء (م) = ٢٠ عامل أو موظف

متوسط معدل الخدمة (و) $= \frac{٦٠}{١,٥} =$ ٤٠ عامل أو موظف

متوسط عدد العاملين المتناظرين $= \frac{م}{و - م}$

$= \frac{٢٠}{٤٠ - ٢٠} = ١$

متوسط وقت الانتظار العمل الواحد $= \frac{١}{و - م}$

$= \frac{١}{٤٠ - ٢٠} = \frac{١}{٢٠}$ ساعة

= ٣ دقائق

معدل استخدام مركز الخدمة $= \frac{م}{و}$

$= \frac{٢٠}{٤٠}$

= ٥٠٪

تكلفة موظف الأرشيف فى اليوم = ٨ × ٥٠ = ٤٠٠ قرش

تكلفة الوقت الضائع للعامل الواحد = $\frac{١}{٢٠}$ × ٦٠ = ٣ قروش

متوسط عدد العمال الذين يفدون لإدارة الارشيف فى اليوم

= ٨ × ٢٠ = ١٦٠ عامل

تكلفة الوقت الضائع فى اليوم = ١٦٠ × ٣ = ٤٨٠ قرش

التكلفة الكلية للانتظار فى الموقف

= ٤٨٠ + ٤٠٠

= ٨٨٠ قرش

فإذا وجدت الإدارة أن هذه التكلفة مرتفعة وفكرت في إمداد موظف الارشيف بماكينة وذلك للإسراع في عملية تسلم المراسلات من موظفي الكليات المختلفة . هذه الماكينة سوف تقوم بتخفيض وقت تسلم المراسلات بواسطة موظف الارشيف بمقدار الثلث وأن تكلفتها اليومية عبارة عن خمسون قرش . هل تنصح الإدارة بشراء هذه الماكينة واستخدامها ؟

متوسط معدل وصول العملاء (م) = ٢٠

متوسط معدل الخدمة (و) $= \frac{٦٠}{١} = ٦٠$

متوسط عدد العاملين المنتظرين $= \frac{م}{و - م}$

$= \frac{٢٠}{٦٠ - ٢٠} = \frac{١}{٢}$

متوسط وقت الانتظار للعميل $= \frac{١}{و - م}$

$= \frac{١}{٦٠ - ٢٠} = \frac{١}{٤٠}$ ساعة

$=$ ١,٥ دقيقة

معدل استخدام مركز الخدمة $= \frac{م}{و}$

$= \frac{٢٠}{٦٠} = \frac{١}{٣}$

$=$ ٣٣ $\frac{١}{٣}$ ٪

تكلفة موظف الارشيف في اليوم = ٨ × ٥٠ = ٤٠٠ قرش

تكلفة الوقت الضائع للعميل الواحد = $\frac{١}{٤٠}$ × ٦٠ = ١,٥ قرش

متوسط عدد العملاء فى اليوم = ٨ × ٢٠ = ١٦٠ عميل

تكلفة الوقت الضائع فى الضائع = ١٦٠ × ١,٥ = ٢٤٠ قرش

التكلفة الكلية للانتظار فى الموقف الجديد

= ٤٠٠ + ٢٤٠ = ٦٤٠ قرش

مقدار الوفر = ٨٨٠ — ٦٤٠ = ٢٤٠ قرش

مقدار الوفر الصافى = ٢٤٠ — ٥٠ (تكلفة الماكينة فى اليوم)

= ١٩٠ قرش

تطبيق

المطلوب المقارنة بين نظم التشغيل الآتية فى إحدى المصانع فى مخزن المهمات الإدارية واختيار أنسب هذه النظم :

١ — متوسط معدل وصول العملاء فى الساعة = ١٠ عامل

٢ — أجر عامل المخزن ٣٠ قرش فى الساعة

٣ — أجر عامل التشغيل ٥٠ قرش فى الساعة

٤ — عدد ساعات تشغيل المخزن ٤ ساعات فقط فى اليوم

٥ — نظم التشغيل المقترحة :

(ا) استخدام عامل مخزن عادى أجره اليومى ١٢٠ قرش ومتوسط الوقت الذى يحتاجه لخدمة أى عميل عبارة عن ٥ دقائق.

(ب) استخدام عامل مخزن ممتاز أجره ١٨٠ قرش ومتوسط الوقت الذى يحتاجة لخدمة أى عميل عبارة عن ٣ دقائق .

(ح) استخدام عامل مخزن عادى وتزويده بماكينة تساعده على تخفيض الوقت الذى يحتاجه لخدمة أى عميل إلى ٣ دقائق . تكلفة هذه الماكينة فى اليوم عبارة عن جنيهان.

(٥) استخدام عامل مخزن ممتاز وتزويده بهذه الماكينة التى تساعده على تخفيض الوقت الذى يحتاجه لخدمة أى عميل إلى دقيقة واحدة فقط .

هل يختلف القرار إذا كان معدل وصول العملاء إلى مخزن قطع الغيار عبارة عن ٨ عمال فى الساعة .

تطبيق :

قسم الحوادث فى إحدى المستشفيات يمكنه على أكثر تقدير من استيعاب خمسة مرضى . يصل المرضى فى عربات الإسعاف بمعدل ٤ فى الساعة . يستطيع الطبيب النوبتجى بهذا القسم أن يعالج ٥ مرضى فى الساعة . أى مريض يزيد عن ذلك يتم توجيهه إلى مستشفى آخر .

المطلوب تحديد :

١ — متوسط عدد المرضى المنتظرين أن يراهم الطبيب .

٢ — متوسط وقت انتظار المريض .

تطبيقـــــات

تطبيق ١ :

فى الجدول الخاص بأسلوب المحاكاة المطلوب إعادة الجدول على أساس تشغيل عدد ٢ عمال فى قسم التفريغ بدلا من ثلاثة وبالتالى المطلوب حساب :

أولا :

١ ـ متوسط تكاليف الانتظار فى الساعة .

٢ ـ تكاليف مستوى الخدمة .

٣ ـ التكاليف الكلية المتعلقة بالانتظار

ثانياً :

١ ـ كثافة التشغيل فى حالة استخدام عدد ٢ عمال فى قسم التفريغ .

٢ ـ وقت الانتظار المتوقع لعربات اللورى .

تطبيق ٢ :

فى الجدول السابق المطلوب إعادة بناء الجدول على أساس تشغيل ٤ عمال فى قسم التفريغ بدلا من ثلاثة والمطلوب حساب .

أولا

١ ـ متوسط تكاليف الانتظار فى الساعة .

٢ ـ تكاليف مستوى الخدمة

٣ ـ التكاليف الكلية المتعلقة بالانتظار .

ثانياً :

١ — كثافة التشغيل فى حالة استخدام ٤ عمال فى قسم التفريغ .

٢ — وقت الانتظار المتوقع .

تطبيق : ٣

أحد المصانع لديه ورشة لإصلاح الماكينات المختلفة الخاصة بمختلف الأقسام الإنتاجية ومن الصعب التنبؤ بعدد الماكينات التى تحتاج إلى إصلاح والذى وجد من واقع الخبرة الماضية بالماضى مايلى :

١ — عدد واحتمالات الطلب على خدمة هذه الورشة كما يلى فى اليوم :

عدد الماكينات	صفر	١	٢	٣	٤
الاحتمال	٪١٠	٪٥٠	٪٧٠	٪٥٠	٪٣٠

٢ — يحتاج عامل الورشة إلى ½ يوم لإصلاح ماكينة واحدة .

٣ — أجر عامل الورشة ٩٠ قرشاً فى اليوم .

٤ — الخسارة الناتجة عن تعطيل الماكينة فى اليوم عبارة عن ٢٠٠ جنيهاً ، المطلوب تصوير جدول يمثل التكاليف المرتبطة بخط الانتظار على أساس بناء نموذج (محاكاة) لعشرين يوم عمل مع افتراض أن هذه الورشة يعمل فيها عاملين فقط .

هل الوضع يختلف إذا كان هناك ٣ عمال يعملون فى الورشة ؟

المطلوب حساب معدل التشغيل فى الأوضاع التى فيها يعمل عاملين أو ثلاثة عمال فى الورشة .

تطبيق ٤ :

يشكو المشرفين فى عنابر الإنتاج لشركة القاهرة للغزل والنسيج من ضياع جزء كبير من وقتهم اليومى وذلك فى انتظارهم أمام مخزن صرف قطع الغيار .

لجأت إليك هذه الشركة لكى تنصحهم بخصوص إمكانية تنظيم العمل وحل هذه المشكلة فى ضوء هذه البيانات المتاحة كما يلى :

١ — يعمل فى مخزن قطع الغيار فئتان من أمناء المخازن .

٢ — عدد المشرفين الذين يحضرون يوميا للمخزن لصرف قطع الغيار عبارة عن عشرين مشرفاً .

٣ — متوسط الوقت الفاصل بين طلبات صرف قطع الغيار فى الساعه عبارة عن خمس دقائق .

٤ — عدد طلبات الصرف خلال الشهر عبارة عن ١٥٠ طلب .

٥ — وقت أداء الخدمة وعدد المرات التى يتكرر فيها كل وقت .

عدد الدقائق	التكرار
٨	١٥
٩	٣٠
١٠	٤٥
١١	٦٠

تطبيق ٥ :

المطلوب مستخدما أسلوب خطوط الانتظار تحديد عما إذا كان من الأنسب توظيف أمين مخزن واحد فقط أو عدد إثنين من أمناء المخازن فى مخزن صرف قطع الغيار التى قد تحتاجها الأقسام الصناعية الأربعة لإحدى الشركات الإنتاجية فى ضوء المعلومات الآتية .

— يحتاج أمين المخزن فى المتوسط إلى ساعة عمل وذلك لخدمة أى قسم إنتاجى .

— تكلفة انتظار أى قسم إنتاجى فى الساعة الواحدة لحين الحصول على قطع الغيار اللازمة عبارة عن ٢٥ ج .

— أجر أمين المخزن فى الساعة قدره جنيهان .

- من ملاحظة ورود الأقسام الصناعية لمخزن قطع الغيار فى الماضى عن خمسمائة ساعة عمل تبين أن عدد الأقسام الصناعية التى تصل فى ساعة زمن واحدة يتراوح ما بين قسم واحد أو الأربعة مجتمعة كما يلى :

الأقسام الصناعية طالبة قطع الغيار	التكرار
قسم واحد	٥٠
٢	١٠٠
٣	١٥٠
٤	٢٠٠
	٥٠٠

- الأعداد العشوائية المسحوبة الممثلة للعشرة ساعات عمل المكونة لنموذج المحاكاة وذلك لتحديد عدد أمناء المخازن كما يلى :

٥ ٦ ٨ ٦ ٥ ٤ ٦ ٣ ٧ ٢

(إمتحان مايو ١٩٧٩)

تطبيق ٦:

أحد المصانع لديه مخزن لخدمة الأقسام الإنتاجيه وإليك البيانات الخاصه بذلك :

١ ـ المخزن به عدد ٣ أمناء مخازن ويحتاج أمين المخزن الواحد إلى ساعة واحدة لخدمة أى قسم إنتاجى .

٢ ـ أجر أمين المخزن فى الساعة ٣ جنيهات .

٣ ـ الخسارة الناتجة عن انتظار أى قسم إنتاجى لمدة ساعة واحدة عبارة عن ٢٥ جنيهات .

٤ ـ العدد والاحتمالات المتعلقة بمعدلات صرف قطع الغيار فى الماضى فى ساعة معينة كالآتى :

العدد	١	٢	٣	٤	٥
الاحتمال	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٢٠٪	٢٠٪

٥ ـ الأرقام العشوائية المسحوبة كالآتى التى تمثل نموذج المحاكاة لعشرة ساعات ما يلى : ٤ ٦ ٩ ١ ٥ ٤ ٨ ٤ ٢ ٧

المطلوب :

١ ـ حساب متوسط التكلفة فى هذه الحالة .

٢ ـ إذا كان عدد أمناء المخازن ٣ أمناء .

هل هذا الوضع سيكون أفضل من الوضع السابق أم لا ؟

التمرين رقم (٧) :

أحد المصانع لديه مخزن لخدمة الأقسام الإنتاجية وإليك البيانات الخاصة بذلك :

١ — تخطيط مستوى الخدمة بحيث يتناسب مع مستوى الطلب عليها .

٢ — يحتاج أمين المخزن إلى ساعة واحدة لخدمة أى قسم إنتاجى وأجره فى الساعة ٣ جنيهات .

٣ — الخسارة الناتجة عن انتظار أى قسم إنتاجى لمدة ساعة واحدة عبارة عن ٢٥ جنيه .

٤ — العدد الاحتمالات المتعلقة بعمليات صرف قطع الغيار فى الماضى فى ساعة معينة كالآتى :

العــدد :	١	٢	٣	٤	٥
الاحتمال	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٢٠٪	٢٠٪

٥ — العدد الفعلى لأقسام الإنتاج فى ١٠ ساعات كالآتى :

٢ ٤ ٤ ٢ ٢ ٣ ٣ ٤ ٤ ٥

٦ — الأرقام العشوائية المسحوبة كالآتى الممثلة لعشرة ساعات تالية :

٤ ٦ ٩ ١ ٥ ٤ ٨ ٤ ٢ ٧

المطلوب :

حساب متوسط التكلفة ؟

التمرين رقم (٨) :

أحد المصانع لديه مخزن لخدمة الأقسام الإنتاجية :

وإليك البيانات الخاصة بذلك :

١ — مستويات الخدمة ٣ أمناء .

أو ٤ أمناء .

أو ٥ أمناء .

ويستطيع أمين المخزن الواحد خدمة قسمين (٢ قسم) فى الساعة .

٢ — أجر أمين المخزن فى الساعة ٣ جنيه .

٣ — عدد الأقسام الإنتاجية المتوقع وصولهم لطلب الخدمة فى الثلاث ساعات ٤ أقسام .

٤ — تكلفة الانتظار / ساعة ١٤٤ جنيه .

المطلوب :

اختيار مستوى الخدمة المناسب .

حل تمرين رقم (٦) :

(١) التخصيص

الأعداد الطبيعية	١	٢ ٣	٤ ٥ ٦	٧ ٨	٩ صفر
الاحتمالات :	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٢٠٪	٢٠٪
عدد الأقسام :	١	٢	٣	٤	٥

(٢) حساب متوسط التكلفة فى حالة ٢ أمناء مخازن :

الساعة	الأقسام العشوائية المسحوبة	عدد أقسام المتوقع = الوقت الذى يحتاجه العملاء	معروض الخدمة	الأقسام تحت الخدمة	الانتظار	ت الانتظار	ت مركز الخدمة	ت التكلفة
١	٤	٣	٢	٢	١	٢٥	٦	٣١
٢	٦	٣	٢	٢	١	٢٥	٦	٣١
٣	٩	٥	٢	٢	٣	٧٥	٦	٨١
٤	١	١	٢	١	—	—	٦	٦
٥	٥	٣	٢	٢	١	٢٥	٦	٣١
٦	٤	٣	٢	٢	١	٢٥	٦	٣١
٧	٨	٤	٢	٢	٢	٥٠	٦	٥٦
٨	٤	٣	٢	٢	١	٢٥	٦	٣١
٩	٢	٢	٢	٢	—	—	٦	٦
١٠	٧	٤	٢	٢	٢	٥٠	٦	٥٦
						٣٠٠	٦٠	٣٦٠

$$\text{متوسط التكلفة} = \frac{\text{ت التكلفة}}{\text{عدد الساعات}} = \frac{٣٦٠}{١٠} = ٣٦ \text{ جنيه / ساعة}$$

(٣) حساب متوسط التكلفة فى حالة (٣) أمناء مخازن :

الساعة	الأرقام العشوائية المحسوبة	عدد الأقسام المتوقع = الوقت الذى يحتاجه العملاء	مستوى الخدمة	الأقسام تحت الخدمة	الانتظار	ت الانتظار	ت مركز الخدمة	ت الكلية
١	٤	٣	٣	٣	—	—	٩	٩
٢	٦	٣	٣	٣	—	—	٩	٩
٣	٩	٥	٣	٣	٢	٥٠	٩	٩
٤	٦	١	٣	٣	—	—	٩	٩
٥	٥	٣	٣	٣	—	—	٩	٩
٦	٤	٣	٣	٣	—	—	٩	٩
٧	٨	٤	٣	٣	١	٢٥	٩	٩
٨	٤	٣	٣	٣	—	—	٩	٩
٩	٢	٢	٣	٣	—	—	٩	٩
١٠	٧	٤	٣	٣	١	٢٥	٩	٩
						١٠٠	٩٠	١٩٠

متوسط التكلفة $= \frac{١٩٠}{١٠} =$ ١٩ جنيه / ساعة

القرار :

اختيار مستوى ٣ أمناء مخازن لأنه يحقق أقل تكلفة .

التمرين رقم (٧) :

(١) التخصيص

الأعداد الطبيعية ١	٢ ٣	٤ ٥ ٦	٧ ٨	٩ صفر
الاحتمالات ١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٢٠٪	٢٠٪
عدد الأقسام ١	٢	٣	٤	٥

(٢) حساب متوسط التكلفة :

الساعة	الأرقام العشوائية المحسوبة	عدد الأقسام الوقت الذى يحتاجه العملاء	مستوى الخدمة	عدد الأقسام الفعلى	الأقسام تحت الخدمة	الانتظار	ت الانتظار	ت مركز الخدمة	ت التكلفة
١	٤	٣	٣	٢	٢	—	—	٩	٩
٢	٦	٣	٣	٤	٣	١	٢٥	٩	٣٤
٣	٩	٥	٥	٤	٤	—	—	١٥	١٥
٤	١	١	١	٢	١	١	٢٥	٣	٢٨
٥	٥	٣	٣	٢	٢	—	—	٩	٩
٦	٤	٣	٣	٣	٣	—	—	٩	٩
٧	٨	٤	٤	٣	٣	—	—	١٢	١٢
٨	٤	٣	٣	٤	٣	١	٢٥	٩	٣٤
٩	٢	٢	٢	٤	٢	٢	٥٠	٦	٥٦
١٠	٤	٤	٤	٥	٤	١	١٥	١٢	٣٧
							١٥٠	٩٣	٢٤٣

متوسط التكلفة $= \frac{٢٤٣}{١٠} =$ ٢٤,٣ جنيه / ساعة

مستوى الخدمة	طاقة مركز الخدمة	عدد العملاء المتوقع وصولهم	معدل التشغيل = (عدد العملاء المتوقع × ١٠٠) / طاقة الخدمة	وقت الانتظار المتوقع = معدل التشغيل / طاقة مركز الخدمة	ت الانتظار	ت مركز الخدمة	ت الكلية
٣	٦	٤	٤/٦ × ١٠٠ = ٦٦,٦٪	٤/٦ ÷ ٦ = ١/٩ ساعة	١٤٤ × ١/٩ = ١٦	٩	٢٥
٤	٨	٤	٤/٨ × ١٠٠ = ٥٠٪	٤/٨ ÷ ٨ = ١/١٦ ساعة	١٤٤ × ١/١٦ = ٩	١٢	٢١
٥	١٠	٤	٤/١٠ × ١٠٠ = ٤٠٪	٤/١٠ ÷ ١٠ = ١/٢٥ ساعة	١٤٤ × ١/٢٥ = ٥,٧٦	١٥	٢٠,٧٦

قـــرار :

اختيار مستوى ٥ أمناء مخازن لأنه يحقق أقل تكلفة ممكنة.

الباب الخامس

المحاكاة



الباب الخامس

المحـــــــاكاة *

The Simulation

يعد أسلوب المحاكاة إحدى الأساليب التي يمكن استخدامها في عمل التنبؤات واتخاذ القرارات . وفي الحقيقة أنه لكي نقوم بعمل تنبؤات سليمة ونحسن من قدراتنا في اتخاذ القرارات يمكن إتباع الوسائل الاتية :

١ ـــ الدخول في تجربة مباشرة مع الواقع العملي .

Experiment Directly With Reality

يتم ذلك عن طريق عمل تغييرات في عنصر أو أكثر من العناصر المرتبطة بالمشكلة موضع البحث ثم معرفة نتائج ذلك وبناء على نتيجة هذه التجربة يمكن تحديد القرار الأمثل .

٢ ـــ بناء نموذج يمثل الواقع

Construct a Model of the Reality

يتم بناء نموذج يمثل الواقع (مثلا قد يكون نموذج رياضي) ثم بعد ذلك يمكن استخدام هذا النموذج في التنبؤ واختيار الحل الأمثل وذلك بطريقتين مختلفتين كما يلي :

(أ) حل النموذج عن طريق التحليل الرياضي Mathematical Analysis

(ب) الحصول على حلول تقريبية عن طريق المحاكاة .

بمعنى آخر يتم عمل تجارب في النموذج نفسه وذلك بإدخال تغييرات في عنصر أو أكثر من عناصر النموذج ثم ملاحظة وتسجيل النتائج ويعد هذا اختلاف جوهري بين أسلوب المحاكاة والأسلوب الأول المشار إليه سابقاً والذي يعتمد

---

* Riggs and M. Inoue. Introduction to operarions Research and Management Sciences. Mcgraw-Hill. USA. 1975.

على الدخول مباشرة فى تجربة مع الواقع العملى . وبالتالى فإن أسلوب المحاكاة يقدم لنا عدة نتائج التى يمكن تقييمها بدقة وذلك لكى تعطى الأساس الذى بناء عليه يمكن التنبؤ واختيار الحل الأمثل .

ويلاحظ طبعاً أن أحسن أسلوب للتنبؤ واتخاذ القرارات هو التجربة مباشرة مع الواقع الحقيقى Reality . حيث أنه من المستحيل فى النموذج أن يتم تمثيل جميع العوامل المؤثرة التى تؤثر على المشكلة وكذلك العلاقات بينهما . وبالتالى لا يوجد بديل معين لأسلوب الواقع الحقيقى حيث أن أسلوب الواقع الحقيقى يعطى نتائج قيمة وذلك إذا تم المقارنة مع أسلوب المحاكاة وذلك بتجربة البديل مع النموذج . غير أن التجربة المباشرة مع الواقع العملى الحقيقى قد تكون فى بعض الأحيان مكلفة جداً أو أنها مستحيلة . وبالتالى فإنه قد يتم تجربة فقط بديل واحد فى الواقع العملى الحقيقى وبالتالى لا يمكن الحصول على صورة متكاملة من النتائج التى يمكن على أساسها اختيار الحل الأمثل أو التنبؤ بدقة .

ومما لاشك فيه فإن استخدام التحليل الرياضى يمكن من تجربة عناصر متعددة واختيار حلول متعددة . وبالتالى فإن التحليل الرياضى يعطى صورة كاملة متكاملة من نتائج تطبيق حلول متعددة ويعد هذا مما لاشك فيه أفضل جداً من فقط تجربة حل واحد فى الواقع الحقيقى ، ولكن بالرغم من أن التحليل الرياضى يمكن تمثيل الواقع العملى عن طريق المعادلات واللامعادلات والتوزيعات الاحتمالية غير أنه فى كثير من الأحيان قد يعجز التحليل الرياضى فى إيجاد الحل أو البديل الذى يأخذ فى حسبانه كل مكونات النوقف المتشابكة ، فى هذه المواقف التى يعجز فيها التحليل الرياضى عن تقديم الحل الأمثل للنموذج فإن أسلوب المحاكاة يقدم لنا يد العون فى هذه المواقف ، ولقد زادت فاعلية أسلوب المحاكاة فى حل النماذج وذلك باستخدام الحاسبات الالكترونية التى تستطيع أن تعطى الحسابات المطلوبة لتطبيق أسلوب المحاكاة فى أقل وقت ممكن ، كذلك تمكننا من إدخال تعقيدات فى النماذج .

ويلاحظ أن بالرغم من التقـــــدم الهائل الذى حدث فى أساليب التحليل

الرياضى إلا أن هذه الأساليب كثيراً ما تقف مكتوفة الأيدى فى الأحوال التى تسود فيها العناصر التالية :

١ — عنصر عدم التأكد	Uncertainty
٢ — عوامل الوقت	Time factors
٣ — العلاقات الخطية	Nonlinear Relationships

فى هذا الفصل سوف نقوم بالتركيز على المواقف التى تسود فيها عنصر عدم التأكد وأيضاً عوامل الوقت .

تمثيل عوامل عدم التأكد فى النموذج :

Uncertainty Rpresented in the Model

لنفرض أنه لدينا ماكينتين للف وتعبئة بعض المنتجات (إحداهما قديمة والأخرى جديدة) ويمكن استخدامهما فى لف منتجات بعض المصانع قبل التوزيع . الأولى موديل ١٩٢٠ والثانية موديل ١٩٧٠ .

المشكلة التى تقابلها الادارة هى اختيار إحدى هذه الالات لتشغيلها فى اللف والتعبئة لفترة من الزمن — ويلاحظ أنه ان يكون هناك مشكلة إذا تم معرفة جودة المواد الخام التى تستخدم بواسطة هذه الالات فإن الالة الجديدة تكون أكثر كفاءة من الالة القديمة إذا كانت الخامات من جودة جيدة . ولكن إذا كانت الخامات من النوع ذات الجودة المنخفضة فإن الالة القديمة ستكون أكثر كفاءة من الالة الجديدة وذلك لأنها ان تتوقف كثيراً بسبب عدم الانسياب الناعم للخامات بين أجزاء الالة المتعددة .

المشكلة الرئيسية هنا هو أن القرار لابد وأن يتم اتخاذه قبل معرفة درجة جودة المواد الخام التى سوف تستخدم فى اللف والتعبئة . لكل ماكينة طاقة إنتاجية فى الساعة تختلف طبقاً لاختلاف جودة الخامات المستخدمة وبالتالى فإن الربح سوف يتأثر بسبب درجة جودة المواد الخام المستخدمة .

فإذا فرض أن البيانات التالية أمكن توافرها :

١ — فى آخر إرسالية المواد الخام كانت ٨٠٪ منها من جودة جيدة و ٢٠٪ من جودة رديئة .

٢ — فى حالة استخدام الماكينة القديمة كان الربح عن الفترة ٢٠٠ جنيه إذا كانت الخامات من جودة جيدة ، ١٦٠ جنيه إذا كانت الخامات من جودة رديئة .

٣ — فى حالة إستخدام الماكينة الجديدة ، كان الربح عن الفترة ٢٤٠ جنيه إذا كانت الخامات من جودة جيدة ، ٨٠ ج فقط إذا كانت الخامات من جودة رديئة .

فإذا أعطيت المعلومات السابقة فهل تنصح باستخدام الالة الجديدة أو الالة القديمة ؟

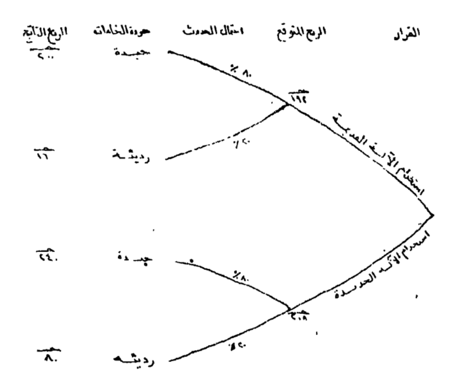
يلاحظ أن هذا المثال البسيط يمكن حله بواسطة استخدام أسلوب الاحتمالات وبالتالى قبل أن نبين كيفية استخدام أسلوب المحاكاة فى حل هذه المشكلة فإنه يفضل تطبيق أسلوب الاحتمالات وذلك للمقارنة بين نتائج التحليل الرياضى وأسلوب المحاكاة .

يلاحظ أن لدينا فقط بديلين لحل هذه المشكلة :

١ — إستخدام الالة القديمة .

٢ — إستخدام الالة الجديدة .

ويمكن تمثيل هذه البدائل (القرارات) فى شكل شجرة القرارات كما يلى :



يلاحظ أن المعيار الذى سوف يتم على أساسه اختيار الحل الأمثل للمشكلة هو مقدار الربح المتوقع Expected profit . ويشير لفظ الربح المتوقع إلى متوسط الربح الذى يتحقق فى ضوء احتمالات حدوثه والربح الناتج .

مثال لحساب المتوسط :

ويمكن الحصول على متوسط القيم الآتية بطريقتين :

القيم ١ ، ١ ، ١ ، ٢ ، ٤

الطريقة الأولى :

$$\text{المتوسط} = \frac{١ + ١ + ١ + ٣ + ٤}{٥} = \frac{١٠}{٥} = ٢$$

الطريقة الثانيه :

القيم الممكنة	التكرار المطلق	التكرار النسبي	القيم الممكنة × التكرار النسبي
١	٣	,٦٠	,٦٠
٣	١	,٢٠	,٦٠
٤	١	,٢٠	,٨٠
	٥		٢,٠٠

وجدنا هنا المتوسط المتوقع عبارة عن ٢

وبالتالى فإن متوسط الربح المتوقع يساوى

احتمال حدوث الربح × الربح + احتمال حدوث الربح × الربح وهكذا

.٠. الربح المتوقع فى حالة استخدام الالة القديمة

$$= \frac{٨٠}{١٠٠} \times ٢٠٠ + \frac{٢٠}{١٠٠} \times ١٦٠$$

$$= ١٦٠ + ٣٢$$

= ١٩٢ جنيه

٦ الربح المتوقع فى حالة استخدام الالة الجديدة

$$= \frac{٨٠}{١٠٠} \times ٢٤٠ + \frac{٢٠}{١٠٠} \times ١٨٠$$

$$= ١٩٢ + ١٦$$

= ٢٠٨ جنيه

وبالتالى فإن القرار سيكون اختيار تشغيل الماكينة الجديدة حيث أنها سوف تعطى أكبر ربح بالمقارنة مع الماكينة القديمة التى ستعطى ربح متوقع قدره ١٩٢ ج .

تطبيق ١ :

إحدى المصانع التى تقوم بإنتاج الدراجات ترغب فى توسيع تسهيلاتها الإنتاجية ولكنها غير متأكدة هل تتوسع فى شكل إنشاء مصنع كبير أو فى شكل إنشاء مصنع صغير . ويعد السوق العامل الرئيسى الذى يحدد عملية إنشاء مصنع صغير أو مصنع كبير والسوق قد يكون جيد أو عادى ولكن ذلك غير معروف فى وقت اتخاذ قرار التوسيع فى التسهيلات الانتاجية . ويلاحظ أن :

١ — احتمال أن يكون السوق جيد عبارة عن ٥٠٪ .

٢ — » » » » » عادى » » ٥٠٪ .

٣ — الربح المقدر عبارة عن ٥٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع صغير وكان السوق جيد .

٤ - الربح المقدر عبارة عن ١٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع صغير وكان السوق عادى .

٥ — الربح المقدر عبارة عن ٧٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع كبير وكان السوق جيد .

٦ — الخسارة المقدرة عبارة عن ٢٠٠,٠٠٠ ج إذا تم بناء مصنع كبير وكان السوق عادى .

ما هو القرار الواجب اتخاذه ؟

تطبيق ٢ :

مستثمر لديه أموال وأمامه ثلاثه أنواع من الأوراق المالية يمكن استثمار أمواله فى أى منهما ويلاحظ أن موقف هذه الأوراق المالية فى نهاية فترة زمنية معينة يعد عامل قوى ومؤثر فى عمليه اختيار منفذ الاستثمار، هذا العنصر غير معروف فى وقت اتخاذ القرار غير أنه يمكن تقسيم الأوراق المالية طبقاً لموقفها السوقى إلى تلك الصاعدة أو الهابطه . ويمكن تقدير احتمالات الهبوط ب ٤٠ ٪ واحتمالات الصعود ب ٦٠ ٪ .

الجدول الآتى يبين الربح المقدر طبقاً لنوع الأوراق المالية واحتمالات الهبوط أو الصعودة :

القرار	هبوط السوق	صعود السوق
الاستثمار فى نوع ا	٩٠ ج	١٢٠ ج
الاستثمار فى نوع ب	٨٠ ج	١٤٠ ج
الاستثمار فى نوع حـ	١٠٠ ج	١٠٠ ج

ما هو نوع الاستثمار الذى سيحقق أعلاه ربح ؟

تطبيق ٣ :

لنفرض أن الجدول الآتى يلخص الأرباح الناتجة من القرارات المختلفة كما يلى :

	حادثة ١	حادثة ٢	حادثة ٣
قرار رقم ١	٥٦ ج	٢٠ ج	(٥ ج)
قرار رقم ٢	٢٠ ج	٦٠ ج	(٥ ج)
قرار رقم ٣	صفر	٢٠ ج	١٠٠ ج
قرار رقم ٤	١٠ ج	٢٠ ج	٧٠ ج

المطلوب :

١ — بناء شجرة القرارات .

٢ — تقدير الربح المتوقع إذا كانت الاحتمالات لحدوث الحوادث المختلفة كما يلى :

حادثة ١ الاحتمال ٥٠٪

حادثة ٢ الاحتمال ٣٠٪

حادثة ٣ الاحتمال ٢٠٪

٣ — تحديد الحل أو القرار الأمثل .

استخدام أسلوب المحاكاة :

يحتاج الأمر لاستخدام أسلوب المحاكاة إلى عمليه محاكاة حدوث الحوادث المرتبطه بالمشكلة موضع البحث . يمكن استخدام قطعه نقود فضية وذلك للحصول على مجموعة من المواقف . وبالتالى فإن إلقاء العملة الفضيه سوف يحدد نوع الحادثة التى يمكن أن تحدث . وهنا يتطلب الأمر تخصيص كل وجه من وجهى العملة بحادثة معينة .

ولنعود إلى المثال الذى تناولناه سابقاً بخصوص ماكينات اللف والتعبئة وذلك لتوضيح كيفية استخدام أسلوب المحاكاة .

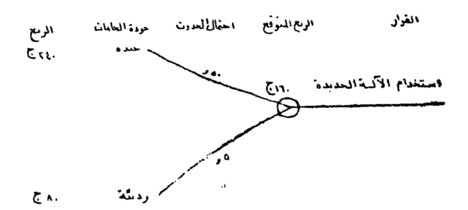
وإذا فرضنا أنه إذا ظهر نتيجه إلقاء قطعة النقود الفضية (الوجه العلوى) الصورة فإن ذلك يمثل استلام خامات جيدة الجودة وأنه إذا ظهر الوجه الاخر لقطعة النقود فإن هذا يمثل استلام خامات رديئه الجودة .

ويمكن بيان ذلك فى الجدول التالى :

استخدام الآلة الجديدة

الحوادث الممكنة	الربح الناتج	احتمال حدوث الحادثة	تخصيص وجهى قطعة النقود
خامات جيدة	٢٤٠ ج	,٥٠	إذا ظهرت الصورة
خامات رديئة	٨٠ ج	,٥٠	إذا ظهرت الكتابة

ويمكن تمثيل ذلك على شجرة القرار كما يلى :



هنا نبدأ فى إلقاء قطعة النقود :

(١) إذا فرض أن النتيجة كانت صورة معنى ذلك هو استلام خامات ذات جودة جيدة . وعندما يحدث ذلك مع قرار استخدام الالة الجديدة فان الربح الناتج سيكون ٢٤٠ ج .

(٢) إذا فرض أن الإلقاء التالى لقطعة النقود نتج عنه ظهور الوجه الاخر وهو كتابة ، معنى ذلك استلام خامات ذات جودة رديئة وبالتالى فاذا كان القرار هو استخدام الالة الجديدة فمعنى ذلك أن الربح سوف يكون ٨٠ جنيها .

ويمكن تمثيل خمس رميات لقطعة النقود فى جدول كما يلى :

نتيجة إلقاء قطعة النقود	جودة الخامات (محاكاة الجودة)	الربح الناتج (محاكاة الربح)
الرمية الأولى : صورة	جيدة	٢٤٠ ج
الرمية الثانية : كتابة	رديئة	٨٠ ج
الرمية الثالثة : كتابة	رديئة	٨٠ ج
الرمية الرابعة : كتابة	رديئة	٨٠ ج
الرمية الخامسة : صورة	جيدة	٢٤٠ ج

وبالتالى فإننا قمنا بمحاكاة خمسة حوادث وأيضاً أرباحهم . فإذا قمنا بحساب متوسط الربح الذى تم محاكاته فإننا سوف اصل إلى متوسط الربح كما يلى :

$$\text{متوسط الربح} = \frac{٢٤٠ + ٨٠ + ٨٠ + ٨٠ + ٢٤٠}{٥}$$

$$= \frac{٧٢٠}{٥}$$

$$= ١٤٤ \text{ ج}$$

نلاحظ أن هذا الرقم قريب لمتوسط الربح المتوقع الذى تم حسابه باستخدام أسلوب الاحتمالات (١٦٠ ج) وبالطبع كلما زاد عدد الحوادث التى يتم محاكاتها كلما قل الانحراف بين الأرقام التى تنتج من استخدام أسلوب المحاكاة والأخرى التى تنتج من تطبيق الأساليب الرياضية الأخرى .

المحاكاة عن طريق استخدام جداول الأعداد العشوائية :

يلاحظ أن استخدام قطعة النقود الفضية لمحاكاة مجموعة من الحوادث يكون محدوداً فقط بحادثتين واحتمالات متساوية . فاذا لزم الأمر محاكاة حوادث متعددة ذات احتمالات غير متساوية فانه يمكن اللجوء إلى جـــدول الاعداد العشوائية كما هو مبين بالجدول التالى :

جدول الاعداد العشوائية

٦٧٤٤	٦٨٦٢	٥٩١٥	٢٥٠٩	٩٦٠٠	٧٦٩٢
٢٤١٦	٩١٦٠	٩٦٠٨	٧٦٠٧	٢٨٢٥	٥٩٥٥
١٧٣٩	٨٣٨٠	٨٩٢٤	٧٨٦٣	٦١٨١	٣٩١٦
٣١٣١	٧٢٨٥	٨٨٧٢	١٦٩٦	٥١٩٩	٦٥٦٢
٥٨٨٤	٤٥٨٣	٣٩٦٥	٠٥١٨	٣٦١٣	٨٢٢١
١٦٩٤	٥٠٩٦	٥٣٥٩	٤٤٠٤	٢٠٦٣	١٢٠١
٧٩٥٨	٥١٤٧	٥١٦٦	٩٦٩٤	٤٧٢٤	٧٦٩١
٧٣١٤	٠٩٩٢	٣٦٢٧	٢٣٥٣	٢٧٤٥	٧٠٨٢
٥٤٢٢	١٣٩١	٦٧٢٦	١٧٩١	٦٥٣٧	٦٤٥٦
٨٣٧٧	٤٠٩٢	٢٠٢٥	٩٢٤١	٨٨٧٨	٨٤٩٩

ويلزم الأمر تخصيص أرقام معينة لكل من الحادثتين :

(١) تخصيص الأرقام ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ للحادثة « استلام خامات جودة جيدة » .

(٢) تخصيص الأرقام ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، صفر للحادثة « استلام خامات ذات جودة رديئة » .

ويلاحظ أن احتمال حدوث الحادثتين هو ٥٠٪ حيث أن احتمال حدوث أى رقم عبارة عن ١٠٪ .

استخدام الآلة الجديدة

الحوادث الممكنة	الربح الناتج	احتمال حدوث الحادثة	الأرقام المستخدمة في المحاكاة
استلام خامات جيدة	٢٤٠ ج	,٥٠	١، ٢، ٣، ٤، ٥
استلام خامات ماديئة	٨٠ ج	,٥٠	٦، ٧، ٨، ٩، صفر

ولكى نقوم بعمل « عشرة محاكاة » فإن الأمر يتطلب سحب عشرة أرقام من جدول الأرقام العشوائية ، وذلك بالبدء من الركن العلوى الأيمن للجدول كما يلى :

استخدام الماكينة الجديدة

الاعداد العشوائية المسحوبة	الحوادث التى تم محاكاتها	الربح الناتج الذى تم محاكاته
٦	خامات رديئة	٨٠
٢	« جيدة	٢٤٠
١	« «	٢٤٠
٣	« «	٢٤٠
٥	« «	٢٤٠
١	« «	٢٤٠
٧	خامات رديئة	٨٠
٧	« «	٨٠
٥	خامات جيدة	٢٤٠
٨	خامات رديئة	٨٠
		١٧٦٠ ج

$$\text{متوسط الربح} = \frac{١٧٦٠}{١٠} = ١٧٦ \text{ جنيه}$$

استخدام أسلوب المحاكاة فى حالة عدم تساوى الاحتمالات :

نفرض أن احتمال استلام خامات جيدة عبارة عن ٨٠٪ وأن احتمال استلام خامات رديئة عبارة عن ٢٠٪ وبالتالى فإن تخصيص الارقام سوف يختلف كما يلى :

الحوادث الممكنة	احتمال الحدوث	تخصيص الارقام
استلام خامات جيدة	,٨٠	١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨
استلام خامات رديئة	,٢٠	٩ ، صفر

وبعد ذلك يتم سحب عشرة أرقام من جدول الاعداد العشوائية . لنفرض أنه تم إختيار العمود الثانى من الركن العلوى الايمن للجدول كما يلى :

الاعداد العشوائية	الحوادث التى تم محاكاتها	الربح الذى تم محاكاته (استخدام الآلة الجديدة)	الربح الذى تم محاكاته (استخدام الالة القديمة)
٧	خامات جيدة	٢٤٠	٢٠٠
٤	» »	٢٤٠	٢٠٠
٧	» »	٢٤٠	٢٠٠
١	» »	٢٤٠	٢٠٠
٨	» »	٢٤٠	٢٠٠
٦	» »	٢٤٠	٢٠٠
٩	» رديئة	٨٠	١٦٠
٣	» جيدة	٢٤٠	٢٠٠
٤	» »	٢٤٠	٢٠٠
٣	» »	٢٤٠	٢٠٠

متوسط الربح فى حالة إستخدام الالة الجديدة

$$= \frac{٢٢٤٠}{١٠} = ٢٢٤ \text{ جنيه}$$

متوسط الربح فى حالة استخدام الالة القديمة

$$= \frac{١٩٦٠}{١٠} = ١٩٦ \text{ جنيه}$$

المحاكاة — تمثيل كلا من الوقت وعوامل عدم التأكد :

Simulation—Uucertainty and Time both Represented

يلاحظ أن معظم مشاكل الواقع العملى تتسم بعدم وجود بيانات كافية عن المتغيرات المتعلقة بالمشكلة وأيضاً قد نجد أن لعنصر الوقت أهمية كبيرة وبالتالى فإن تمثيل هذه العناصر فى النموذج يقربنا كثيراً من المشاكل الحقيقية ، غير أنه بالطبع كلما تطابق النموذج مع الواقع الحقيقى كلما إزدادت درجة تعقيده وكلما بالتالى صعب حله بوسائل التحليل التقليدية المختلفة . هنا فى هذه الحالات الاخيرة يقدم لنا أسلوب المحاكاة يد المعاونة . ولكى نبين كيفية إستخدام المحاكاة يفضل أن نبدأ بمشكلة متعلقة بالتخزين وليست معقدة لدرجة كبيرة .

مثال :

لنفرض أن إحدى المنشآت ترغب فى تحديد الكمية الاقتصادية والوقت المناسب لشراء إحدى الاصناف من الخامات التى تستخدمها فى عملياتها الإنتاجية يلاحظ فى المشاكل المتعلقة بالتخزين أنه يمكن تخفيض تكاليف التخزين (إيجارات المخزن — أجور عمال المخازن — فائدة رأس المال المستثمر فى المخزون — تكاليف التأمين — احتمالات التلف . . . الخ) عن طريق شراء كميات صغيرة — إصدار عدد أوامر توريد . غير أن ذلك بالتالى سوف يؤدى إلى زيادة تكاليف التوريد نفسها وأيضاً قد يفوت على المنشأة فرصة الحصول خصم الكمية وأيضاً يزيد من تكاليف النقل حيث ان يمكن ذلك من نقل شحنات كبيرة أو مثلا عربات كاملة وهكذا .

وبالتالى فإن هناك كثيراً من الاساليب الكمية التى يمكن أن تأخذ فى حسبانها تكاليف التخزين وتكاليف التوريد وبالتالى عن طريق حساب الكمية الاقتصادية للشراء Economic ordor Quantity يمكن معرفة الكمية التى عندما تتحمل المنشأة أقل تكلفة ممكنه . غير أن ذلك كله مرهون بمعرفة بدقه كافيه مقدار الطلب ، وبالتالى فان أساليب التحليل الرياضى سوف تعجز عن تقديم الحل إذا ما كان هناك عوامل عدم التأكد وعامل الوقت .

انفرض أن الطلب على هذا الصنف يتذبذب كما يلى :

الطلب اليومى	الاحتمال
وحدة واحدة	,١٠
وحدتان	,٤٠
ثلاثه وحدات	,٣٠
أربعه وحدات	,٢٠

— تكاليف التخزين نصف جنيه للوحدة فى اليوم .

— تكاليف إصدار أمر التوريد ٦ جنيهات الأمر الواحد

— فترة التوريد يومان .

المطلوب تقدير الكمية الاقتصادية ونقطة إعادة التوريد التى عندها تتحمل المنشأة أقل تكاليف ممكنة .

نقوم بعمل محاكاة لعمليه التخزين لمدة ١٠ أيام كما يلى :

١ — طلب ٦ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات السابق طلبها .

٢ — طلب ٩ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات السابق طلبها .

٣ — طلب ١٢ وحدة عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات السابق طلبها .

ويلاحظ أننا اكتفينا هنا فقط بثلاثة بدائل لإختبارها وأيضاً قنا بعمل المحاكاة لمدة ١٠ أيام فقط . ومن المفروض طبعاً لزيادة كفاءة أسلوب المحاكاة فى التنبؤ واتخاذ القرارات أن يتم اختيار بدائل متعددة وليست ثلاثة فقط وأن يتم محاكاة مائة يوم مثلا بدلا من عشرة أيام . غير أنه نظراً لاننا سنقوم بعمل الحسابات بدون إستخدام الحاسبات الالكترونية فقد اكتفينا بهذا المثال البسيط ولكن يمكن إتباع نفس الخطوات مع المشاكل الأخرى الأكثر تعقيداً .

. مراحل إستخدام أسلوب المحاكاة : .

١ — تخصيص الأرقام العشوائية لكل من كميات الطلب المختلفة كما يلى :

الطلب اليومى	الاحتمال	الأرقام العشوائية المخصصة
١	,١٠	١
٢	,٤٠	٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥
٣	,٣٠	٦ ، ٧ ، ٨
٤	,٢٠	٩ ، صفر

٢ — بناء جدول كما يلى :

جدول المحاكاة لمدة ١٠ أيام

محاكاة الطلب اليومي			المخزون		الكميات المطلوبة	
اليوم	الرقم العشوائي المسحوب	الطلب الذي تم محاكاته	أول اليوم	آخر اليوم	طلبت في اليوم السابق	طلبت منذ يومين
١	٤	٢	٥		صفر	٦
٢	١	١				
٣	٣	٢				
٤	٣	٢				
٥	٨	٣				
٦	٩	٤				
٧	٥	٢				
٨	١	١				
٩	٢	٢				
١٠	٧	٢				

محاكاة اليوم الأول Simulation of Day 1

فى اليوم الأول الطلب الذى تم محاكاته Simulated demand عبارة عن وحدتين وذلك لأن الرقم العشوائى الذى تم سحبه عبارة عن ٤ وهذا يقابل طلب وحدتين كما هو مبين فى الجدول السابق ، فاذا كان المخزون فى بداية اليوم الأول عبارة عن خمس وحدات فإن المخزون فى نهاية اليوم الأول سيكون ٣ وحدات .

بعد ذلك يجب أن نحصل على كمية المخزون الذى سيكون متوافراً فى اليوم الثانى ، يمكن حساب ذلك عن طريق جمع المخزون المتبقى فى نهايه اليوم على الكمية التى تم طلبها منذ يومين (حيث أن فترة التوريد كما عرفنا عبارة عن يومين) . وبالتالى فإن المخزون الذى سيكون متاحا فى اليوم الثانى عبارة عن ٣ + ٦ = ٩ وحدات .

بعد ذلك نجد أن المخزون الحالى فى اليوم الأول مضافاً إليه الكميات السابق طلبها فى اليومين السابقين يزيد عن ٨ وحدات وبالتالى لن نقوم بطلب أى كميات فى هذا اليوم .

فى نهاية الجدول يوجد ثلاثة خانات :

(ا) تكاليف التخزين عبارة عن تكاليف تخزين وحـــدة واحدة × كمية المخزون . ٩ × ٠,٥٠ = ٤,٥٠ ج .

(ب تكاليف إصدار أمر التوريد عبارة عن صفر لأنه لم يتم طلب أى كميات فى هذا اليوم = صفر

(حـ) التكاليف الكلية عبارة عن حاصل جمع ا + ب
= ٤,٥٠ + صفر = ٤,٥٠

يتم تكرار ذلك للأيام التالية وتفريغ هذه البيانات فى جدول كما يلى :

اليوم	الرقم العشوائى	الطلب	المخزون أول يوم	المخزون نهاية اليوم	الكمية المطلوبة فى اليوم السابق	الكمية المطلوبة منذ يومين سابقين
١	٤	٢	٥	٣	صفر	٦
٢	١	١	٩	٨	صفر	صفر
٣	٣	٢	٨	٦	صفر	صفر
٤	٣	٢	٦	٤	٦٠	صفر
٥	٨	٣	٤	١	صفر	٦
٦	٩	٤	٧	٣	٦	صفر
٧	٥	٢	٥	١	صفر	٦
٨	١	١	٧	٦	٦	صفر
٩	٢	٢	٦	٤	صفر	٦
١٠	٧	٣	١٠	٣	صفر	صفر

الكميات المتاحة اليوم التالى	الكميات السابق طلبها مضافاً إليها مخزون نهاية اليوم	الكميات الواجب طلبها اليوم	تكاليف التخزين	تكاليف أوامر التوريد	التكلفة الكلية للتخزين
٩	٩	صفر	٤,٥٠ ج	صفر	٤,٥٠ ج
٨	٨	صفر	٤,—	صفر	٤,—
٦	٦	٦	٢,—	٦,— ج	٩,—
٤	١٠	صفر	٢,—	صفر	٢,—
٧	٧	٦	٢,٥٠	٦,— ج	٩,٥٠
٣	٩	صفر	١,٥٠	صفر	١,٥٠
٧	٧	٦	٣,٠٠	٦,— ج	٩,٥٠
٦	١٢	صفر	٣,—	صفر	٣,—
١٠	١٠	صفر	٥,—	صفر	٥,—
٧	٧	٦	٢,٠٠	٦,— ج	٩,٥٠
			٣٣,٥٠ ج	٢٤,— ج	٥٧,٥٠

المحاكاة لليوم الثانى: Simulation of Day 2

١ ــ يتم وضع مخزون أول اليوم وهو عبارة عن المخزون المتاح لليوم التالى فى الصف السابق فى الجدول (٩ وحدات) .

٢ ــ ولما كانت احتياجات الإنتاج (الطلب) عبارة عن وحدة واحدة فان المخزون فى نهاية اليوم سوف يكون (٩ — ١) = ٨ وحدات .

٣ ــ ولما كان المطلوب من الموردين فى اليوم السابق أو منذ يومين سابقين عبارة عن صفر فإن الكميات المتاحة لليوم التالى (اليوم الثالث) سوف تكون ٨ وحدات .

٤ ــ ولما كان المخزون الحالى فى اليوم الثانى مضافاً إليه الوحدات المطلوبة من الموردين عبارة عن ٨ وحدات وبالتالى فإن طبقاً للأسلوب الأول فى الشراء والتوريد لن يتم طلب أى وحدات إضافية من الموردين .

٥ ــ تكلفة التخزين عبارة عن ٠٫٥٠ × ٨ = ٤٫ــ جنيه وتكاليف التوريد عبارة عن صفر وبالتالى فإن التكاليف الكلية للتخزين ستكون ٤ جنيهات .

المحاكاة لليوم الثالث :

١ ــ المخزون فى أول اليوم عبارة عن ٨ وحدات .

٢ ــ لما كان الطلب فى هذا اليوم عبارة عن وحدتان فإن المخزون المتاح لليوم التالى (اليوم الرابع) عبارة عن ٦ وحدات .

٣ ــ المخزون الحالى فى اليوم الثالث مضافاً إليه الكميات المطلوبة من

المورد وهي صفر عبارة عن ٦ وحدات وبالتالي طبقاً للقاعدة المتبعة (الطلب من الموردين عند نقطة تمثل ٦ وحدات) فإن الأمر يتطلب طلب ٦ وحدات عن الموردين .

٤ — تكاليف التخزين ستكون ٦ × ٥٠ = — ٣, جنيه وتكاليف أوامر التوريد ستكون ٦ جنيهات وبالتالي فإن التكاليف الكلية للتخزين عبارة عن ٩ جنيهات .

وهكذا يتم بناء الجدول ، وبعد ذلك يتم الحصول على متوسط تكلفة التخزين في اليوم . لقد وجدنا أن التكاليف الإجمالية في الـ ١٠ أيام عبارة عن ٥٧,٥٠ وبالتالي فإن متوسط تكلفة التخزين في اليوم :

$$= \frac{٥٧,٥٠}{١٠} = ٥,٧٥ \text{ جنيه}$$

ويلاحظ أن هذه المراحل سوف يتم تكرارها طبقاً لكل من البديلين الآخرين وهما :

١ — طلب ٩ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات .

٢ — طلب ١٢ وحدة عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات .

بنفس الشروط السابقة وهي :

١ — بداية المراحل بمخزون عبارة عن ٥ وحدات .

٢ — هناك أمر توريد قائم يتكون من ٦ وحدات .

وبالتالي سنحصل على جدولين إضافيين . كل جدول يمثل محاكاة ١٠

أيام لعملية التخزين طبقاً لأسلوب عمل (قرار معين — بديل معين) . وبالتالى سيتضح لنا فى النهاية .

١ — تكلفة التخزين فى اليوم فى المتوسط فى حالة طلب ٦ وحدات .

٢ — « « « « « « « « « ٩ «

٣ — « « « « « « « « « ١٢ وحدة .

ويمكن أن نبين هذه النتائج فى شكل جدول كما يلى :

جدول يلخص النتائج

القرارات	مستوى إعادة الطلب	كمية أمر التوريد	تكلفة التخزين لمدة ١٠ أيام	تكاليف أوامر التوريد لمدة ١٠ أيام	إجمالى تكلفة التخزين	متوسط تكلفة التخزين فى يوم
القرار الأول	٨ وحدات	٦ وحدات	٣٣,٥٠ ج	٢٤,٠٠ ج	٤,٥٠ ج	٥,٧٥ ج
القرار الثانى	٨ وحدات	٩ وحدات	٣٨,٥٠ ج	١٨,٠٠ ج	٥٦,٠٠ ج	٥,٦٠ ج
القرار الثالث	٨ وحدات	١٢ وحدة	٤٥,٥٠ ج	١٢,٠٠ ج	٥٧,٥٠ ج	٥,٧٥ ج

ويلاحظ أنه طبقاً للنتائج المبينة فى الجدول السابق فإننا ننصح الإدارة بطلب ٩ وحدات فى كل مرة . غير أنه طبعاً يجب أن يكون واضحاً أنه لكى نحصل على نتائج يعتمد عليها بدرجة ثقة عالية فإن الأمر يستلزم :

١ — إجراء عملية المحاكاة لمئات الأيام وليس لعشرة أيام فقط

٢ — استخدام أكثر من قرار وليس ثلاثة قرارات أو ثلاثة بدائل فقط. مثلا يجب أن يتم تجربة استخدام كميات مختلفة ، ليس فقط ٦ ، ٩ ، ١٢ وحدة وأيضاً استخدام عدة مستويات لإعادة الطلب بدلا من استخدام مستوى واحد وهو نقطة إعادة الطلب الممثلة فى ٨ وحدات .

مشـــاكل

مشكلة رقم ١ :

لنعود إلى المشكلة السابق التعرض لها التى تتعلق بأى الآلتين نقوم باستخدامها فى اللف والتعبئة كما يلى :

استخدام الآلة الجديدة

الحوادث الممكنة	الربح الناتج	احتمال حدوث الحادثه	تخصيص وجهى قطعه النقود
إستلام خامات جيدة	٢٤٠ ج	,٥٠	صورة
إستلام خامات رديئه	٨٠ ج	,٥٠	كتابة

إستخدام الآلة القديمة

الحوادث الممكنة	الربح الناتج	احتمال حوادث الحادثة	تخصيص وجهى قطعة النقود
إستلام خامات جيدة	٢٠٠	,٥٠	صورة
استلام خامات رديئه	١٦٠	,٥٠	كتابة

المطلوب :

باستخدام قطعة نقود فضية ، عمل محاكاة لعدد ٢٥ مرة لكل من القرارين، وتسجيل النتائج ثم حساب متوسط الربح فى كل من الحالتين .

مشكلة رقم ٢ :

لنعود إلى مشكلة المخزون السابق التعرض لها فى هذا الفصل ، المطلوب عمل المحاكاة لمدة ١٠ أيام مجرباً القرارات الجديدة التالى :

١ — طلب ٩ وحدات عندما يصل المخزون الحالى إلى ٨ وحدات (تشمل الـ ٨ وحدات أيضاً الكميات تحت الطلب) .

٢ — طلب ١٢ وحدة عندما يصل المخزون الحالى إلى ٨ وحدات (تشمل الـ ٨ وحدات أيضاً الكميات تحت الطلب) .

مشكلة رقم ٣ :

إحدى الشركات التى تقوم بانتاج الأخشاب تتخصص فى إنتاج نوعين من الأخشاب (س ، ص) . فى بعض الأحيان الأخشاب الخام المشتراة التى تستخدمها فى الإنتاج تكون جيدة ، وفى بعض الأحيان الأخرى تكون رديئة ولكن من الصعب معرفة قبل دخول هذه الخامات فى الإنتاج موقفها بالضبط من حيث الجودة .

والمطلوب من الإدارة أن تقرر مقدما ماذا تنتج هل تقوم بانتاج س أو ص

فاذا علمت :

١ — فى آخر إرسالية للأخشاب الخام المشتراة كان ٥٠٪ منها أخشاب ذات جودة جيدة فى حين أن النصف الآخر عبارة عن أخشاب ذات جودة رديئة .

٢ — إذا تم إنتاج المنتج س وكانت الأخشاب الخام من جودة جيدة فان ربح الفترة سيكون ٥٠,٠٠٠ جنيه ، أما إذا كانت الأخشاب الخام من جودة رديئة فان الربح سيكون فقط ٢٠,٠٠٠ جنيه .

٣ — إذا تم إنتاج المنتج ص وكانت الأخشاب الخام من جودة جيدة فان ربح الفترة سيكون ٤٢,٠٠٠ جنيه ، أما إذا كانت الأخشاب الخام من جودة رديئة فان الربح سيكون فقط ٣٠,٠٠٠ جنيه .

المطلوب حساب :

١ — قيمة الربح المتوقع .

٢ — تخصيص أرقام عشوائية للحوادث طبقاً للاحتمالات المعطاة .

٣ — باستخدام جدول الأرقام العشوائية ، المطلوب عمل محاكاة لعشر مرات كما هو مبين فى الجدول التالى :

الأرقام العشوائية	محاكاة لجودة الخامات	محاكاة الربح فى حالة إنتاج المنتج س	محاكاة الربح فى حالة إنتاج المنتج ص

٤ — ما هو متوسط الربح الناتج من كل قرار ؟

٥ — ما هو أحسن قرار ؟

مشكلة رقم ٤ :

إحدى المنشآت التى تتولى البحث عن البترول فى باطن الأرض قامت باختيار منطقة فى الصحراء الغربية للتنقيب عن البترول ، من الخبرة فى هذه المنطقة الاحتمال عبارة عن ١٠٪ فقط أن تنجح الشركة المنقبة عن البترول فى اكتشاف البترول فعلا وأن ٩٠٪ لا نستطيع أن تحصل على بترول . وبالتالى لدينا الان حادثتين .

١ — الحادثة الأولى وهى عدم الحصول على بترول وهذه إحتمالها ٩٠٪ .

٢ — الحالة الثانية وهى الحصول على بترولها وهذه إحتمالها ١٠٪ .

فاذا كانت تكاليف البحث عن البترول عبارة عن ٥٠,٠٠٠ جنيه . وإذا وجد البترول فان الإيراد الصافى (لا يأخذ فى حسبانه تكاليف البحث) سيكون ٦٥٠,٠٠٠ جنيه فى خلال فترة حياة بئر البترول .

المطلوب :

١ — حساب الربح المتوقع إذا تم التنقيب عن البترول .

٢ — تخصيص أرقام عشوائية للحوادث الممكنة طبقاً للاحتمالات المعطاة أعـــلاه .

٣ — باستخدام جدول الأرقام العشوائية ، المطلوب عمل محاكاة عشرة مرات لعملية التنقيب عن البترول . أى عمل جدول كما يلى :

الأرقام العشوائية	محاكاة الحوادث وجود بترول عدم وجود بترول	محاكاة الربح فى حالة التنقيب	محاكاة الخسارة فى حالة عدم التنقيب

٤ — بناء على المحاكاة التى تمت بعملها هل تنصح بالقيام بالتنقيب أم لا ؟

٥ — قارن بين متوسط الربح الذى تحصل عليه من المحاكاة مع متوسط الربح المتوقع .

مشكلة رقم ٥ :

ترغب إحدى المنشآت فى تحديد الكمية الاقتصاديه للشراء لإحدى الأصناف الرئيسية التى تستخدمها فى عملياتها الإنتاجية مستخدمه أسلوب المحاكاة وإليك البيانات الخاصة بهذا الصنف :

١ — يتذبذب الطلب اليومى على هذا الصنف بواسطة الأقسام الإنتاجية لهذه المنشأة :

الطلب اليومى	وحدة واحدة	وحدتان	٣ وحدات	٤ وحدات
الاحتمال	١٠٪	٤٠٪	٣٠٪	٢٠٪

٢ — تكاليف التخزين عبارة عن ١ جنيه للوحدة الواحدة فى اليوم لهذا الصنف .

٣ — تكاليف إصدار أمر التوريد عبارة عن ١٢ جنيه للأمر الواحد .

٤ — فترة توريد هذا الصنف عبارة عن يومين .

٥ — المخزون الحالى من هذا الصنف ٥ وحدات .

٦ — الكميات التى تم طلبها فى اليوم السابق عبارة عن صفر .

٧ — الكميات التي تم طلبها منذ يومين سابقين عبارة عن ٦ وحدات .

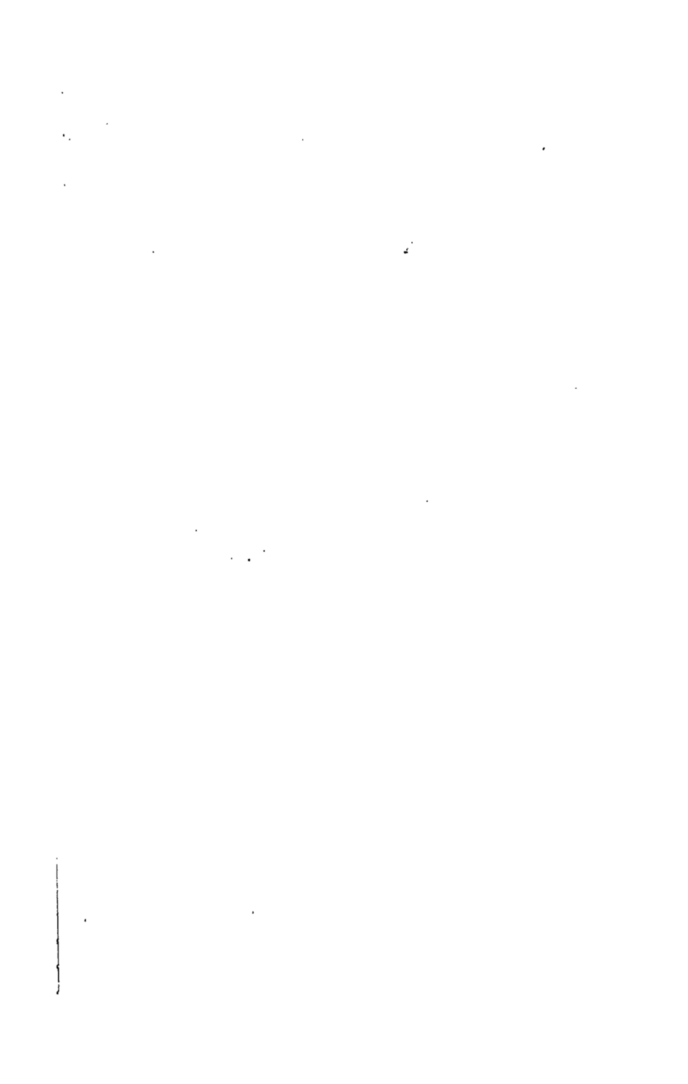
٨ — بفرض إجراء المحاكاة لمدة عشرة أيام وحصلت على الأرقام العشوائية التالية : ٤ ، ٦ ، ٩ ، ١ ، ٥ ، ١ ، ٨ ، ٤ ، ٢ ، ٧

المطلوب :

المفاضلة بين السياسات الاتية :

(أ) طلب ٩ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات تحت التوريد .

(ب) طلب ٩ وحدات عندما يصل مستوى المخزون إلى ٨ وحدات بما فيها الوحدات تحت التوريد .



الباب السادس

سلاسل ماركوف



سلاسل ماركوف

Marcove Chains

يتعلق جانب كبير من عملية اتخاذ القرارات فى أى منشأة بوضع سياسات مستمرة Continuous Policies لعملياتها المختلفة .

فمثلا تحتوى وظائف التسويق والإنتاج والتمويل فى المنشأة على عوامل عدم التأكد وذلك فيما يتعلق بوضع السياسات التسويقية والإنتاجية والتمويلية الخاصة بتوجيه عملياتها فى فترة زمنية مقبلة ، سنة شهور ، سنه ، إلخ . يهتم أسلوب سلاسل ماركوف بالأحوال المختلفه Various States السائدة فى وقت معين و كيف قد تتحول هذه الأحوال إلى أحوال أخرى بسبب تأثير بعض الظروف.

حالة السوق Marketing State

هناك عوامل متعددة فى مجال التسويق التى يمكن استخدامها لكى نصف أسلوب سلاسل ماركوف :

- المار كات المستخدمة حاليا بواسطة المستهلكين .
- تحول المستهلكين من ماركة إلى أخرى .
- الوضع الحالى لسياسات الدعاية والترويج .
- التحول من سياسة الترويج إلى سياسة أخرى .
- أسلوب التوزيع الحالى المستخدم بواسطة منشأة معينة .
- التحول إلى أسلوب آخر للتوزيع .

حالة الإنتاج Production State

هناك عوامل متعددة فى مجال الانتاج التى يمكن استخدامها لكى نصف أسلوب سلاسل ماركوف .

— عدد الالات الحالى الذى يعمل بشكل مرضى .

— « « الحالى الذى يحتاج إلى صيانة روتينية .

— « « الحالى الذى يحتاج إلى عمرة شاملة

— « « الذى يحتاج إلى عمرة شاملة بعد أربعة شهور .

— « « الحالى الذى يجب تجديده .

— « « الذى يجب تخريده بعد سنه من الان .

— معدل استخدام الخامات حالياً :

— معدل استخدام الخامات بعد ستة شهور من الان .

— عدد العمال الحالى .

— عدد العمال المتوافر فى نهاية للسنة الحالية .

— تركيبة العاملين فى قسم معين فى نهاية السنة الحالية .

— التركيبة الحاليه العاملين على آلة معينة .

حالة التمويل Financial State

— مصادر . لتمويل الحاليه المشروع .

— مصادر التمويل فى نهايه خمسه سنوات من الان .

— النسبه المئوية للبيعات النقديه .

— « « « « الاجلة .

— « « « للديون المعدومة .

— « « للبيعات النقديه فى نهاية السنة المالية .

— « « « الاجله « « « «

— « « « الديون المعدومة فى نهاية السنة المالية .

من الأمثلة السابقة يتضح لنا أن سلاسل ماركوف تركز على التغير من حالة إلى أخرى From State to Another فمثلا إذا كانت التركيبة الحالية للعاملين على ماكينة معينة كما يلى :

— مشرف .

— عامل ماهر .

— ٢ عامل نصف ماهر .

— ٣ عامل غير مهرة .

ولكن هل هذا الوضع سوف يستمر قد يحدث مثلا عجز فى العمالة النصف مهرة أو أن المنشأة تتوافر لها عدد كبير من المهندسين وأن كل هذا أدى إلى أن أصبحت التركيبة للعاملين على الماكينة فى نهاية فترة زمنية كما يلى :

— مشرف

— مهندس .

— عامل ماهر .

— ٤ عامل غير مهرة .

ومن الضرورى للمنشأة أن تعريف احتمالات التغير من حالة إلى أخرى .

مما سبق يتضح أن الخاصية الرئيسية لأسلوب سلاسل ماركوف تتعلق باحتمالات تحقق أحوال معينة فى وقت معين وكذلك احتمالات التحول من حالة معينة إلى حالة أخرى أى :

١ — احتمال أن تكون التركيبة للعاملين على الماكينة فى نهاية السنة الحالية كما يلى :

— مهندس .

— عامل ماهر .

— ٣ عمال نصف مهرة :

— ١ عامل غير ماهر .

— ١ عامل صيانة .

٢ — احتمال أن تتغير التركيبة الحاليه للعاملين على الماكينه من الوضع الحالى إلى وضع جديد (حاله جديدة) فى نهايه السنه الحاليه :

الوضع الحالى	الوضع الجديد
— مهندس	— مشرف
— عامل ماهر	— عامل فنى
— ٣ عمال نصف مهرة	— ٣ عمال نصف مهرة
— ١ عامل غير ماهر	— ٢ عمال غير مهرة
— ١ عامل صيانة	— لا يوجد عامل صيانة

ويمكن أن نضرب مثلا آخر من مجال التسويق . لنفرض أن هناك مدخنا للسجائر وسيكون مشترى مرتقب Potential Buyer لماركة روثمان . يمكن لأسلوب سلاسل ماركوف أن يحدد لنا احتمال تحول هذا المدخن من تدخين السيجارة الحالية ولتكن سيجارة كنت إلى سيجارة روثمان فى المرة التالية للشراء (بفرض أن المدخن يقوم حاليا بتدخين سيجارة كانت) .

الوضع الحالى	الوضع الجديد
تدخين سيجارة كنت	تدخين سيجارة روثمان

وبالطبع فإن أسلوب سلاسل ماركوف لا يهمه تاريخ هذا المدخن . هل هو مدخن للسيجارة كنت لعدد كبير من السنوات أو أنه دخل سوق السجائر كنت حديثا . بمعنى آخر أن أسلوب سلاسل ماركوف لا يعتمد على تفسير التحول من حالة إلى أخرى على ماحدث قبل ذلك أو بمعنى آخر على كيفية حدوث الحالة الأصلية .

وقد يحدث التحول من حالة إلى أخرى بسبب وجود مؤثرات خارجية . فمثلا قد تتسبب الدعاية والترويج فى أن يتحول عدد من المدخنين من ماركة إلى أخرى ، كما قد تتسبب الدعاية والترويج فى أن يستمر المدخنين فى تدخين ماركة معينة .

لنفرض أن لدينا ثلاثة ماركات لسلعة معينة ا ، ب ، حـ . وهذه السلعة تعد من سلع الاستقراب Gonvience Goods التى يرغب المشترى فى شرائها بأقــل مجهود ممكن وأيضا أن هــذه الثلاث ماركات تعد بدائل بمعنى أن أى ماركة تستطيع أن تقوم بإشباع الحاجات التى تشبعها المــاركات الأخرى . يمكن تصور السجائر أو معجون الأسنان كأمثلة لهذه السلعة أى أنها سلع يتكرر شراؤها كثيراً . يمكن معرفة الوضــــع الحالى لأى مستهلك هل هو مستهلك حاليا المــاركة ا أو ب أو حـ طبقا للماركة التى يقوم حاليا فعلا باستخدامها .

الوضع الحالى للاستهلاك :

	المــاركة ا	المــاركة ب	المــاركة حـ
عدد المستهلكين	٣ مليون	أربعة مليون	خمسة مليون

بين وقت وآخر يواجه كل مشترى ـ عند لحظة تكرار الشراء ـ مشكلة أى المــاركات يختار وبالتالى ذلك سوف يؤدى إلى حدوث تغييرات فى موقف الاستهلاك (الطلب) للماركات المختلفة . وإذا فرضنا أن هذه القرارات دورية فإننا نتوقع تغيرات مستمرة فى موقف أو حالة الطلب بالنسبة لــكل ماركة من المــاركات .

فى إحدى دراسات السوق ـ المبنية على مقابلات شخصية متعمقة مع عينة مكونة من عدة مئات من المستهلكين ـ أمكن تحديد معدلات استمرار العملاء فى استخدام منتج معين أو معدلات التحول من ماركة معينة إلى ماركات أخرى. هذه النتائج توضح لنا مايسمى الاحتمالات التحولية Transition Probabilities كما هو فى الجدول الآتى :

من \ إلى	ماركة ا	ماركة ب	ماركة حـ
ماركة ا	,٩٠	,٠٥	,٠٥
ماركة ب	,١٠	,٨٠	,١٠
ماركة حـ	,١٠	,١٥	,٧٥

وكثيراً ما يشار إلى هذا الجدول بمصفوفة التحولات . يبين هذا الجدول مايلى :

١ — ٩٠ ٪ من مستهلكى ماركة ا استمروا فى شراء الماركة ا فى أى عملية شراء تالية (الشراء المتكرر من نفس الماركة ا) . معنى هذا أن احتمال قدره ٩٠ ٪ أن يتحول المستهلكين من ماركة ا إلى نفس الماركة ا فى مرة الشراء التالية .

٢ — أن هناك احتمال قدره ٥ ٪ فى أن ينتقل أو يتحول المستهلك من استخدام الماركة ا إلى استخدام الماركة ب فى المرة التالية للشراء .

٣ — أن هناك احتمال قدره ٥ ٪ أن يتحول مستهلك الماركة ا من استهلاك الماركة ا إلى استهلاك الماركة حـ فى المرة التالية للشراء .

٤ — أن هناك احتمال قدره ١٠ ٪ أن يتحول مستهلك الماركة ب من استهلاك الماركة ب إلى استهلاك الماركة أ فى المرة التالية للشراء .

٥ — أن هناك احتمال قدره ٨٠ ٪ أن يستمر مستهلك الماركة ب فى استهلاك الماركة ب فى المرة التاليه للشراء .

٦ — أن هناك احتمال قدره ١٠ ٪ أن يتحول مستهلك الماركه ب من استهلاك الماركه ب إلى إستهلاك الماركة حـ فى المرة التالية للشراء .

٧ — أن هناك احتمال قدره ١٠ ٪ أن يتحول مستهلك الماركة حـ من إستهلاك الماركه حـ إلى إستهلاك الماركة أ فى المرة التالية للشراء .

٨ — أن هناك احتمال قدره ١٥ ٪ أن يتحول مستهلك الماركة حـ من استهلاك الماركة حـ إلى إستهلاك الماركة ب فى المرة التالية للشراء .

٩ — أن هناك احتمال قدره ٧٥ ٪ أن يستمر مستهلك الماركة حـ فى استهلاك الماركة حـ فى المرة التالية للشراء .

على أى حال ، إن كل منتج لايهمه التحولات من ماركة إلى أخرى بقدر ما يهمه معرفة مقدار حصته فى السوق Market Share وبأكثر دقة كل منتج يهمه معرفة احتمال شراء ماركته بواسطة أى مستهلك .

لنفرض أن دراسة السوق أيضا استطاعت تحديد الحصة السوقية لكل ماركة من هذه الماركات كما يلى

الماركة	الحصة السوقية
أ	٤٥ ٪
ب	٣٥ ٪
حـ	٢٠ ٪

وطبيعى فإن منتج أى ماركة من هذه الماركات يرغب فى معرفة مدى استمرارية هذا الموقف السوقى وأيضا يرغب فى معرفة كيف يتغير هذا الموقف إلى مواقف أخرى .

فإذا عدنا إلى الجدول السابق الذى وضحنا فيه الاحتمالات الخاصة بتحول المستهلكين من ماركات إلى أخرى وأخذنا وجهة نظر الماركة ا يلاحظ ما يلى :

أن فقط ٩٠ ٪ من الحصه السوقيه للماركه ا ستستمر فى استهلاك الماركه ا .

أن فقط ١٠ ٪ من الحصة السوقية للماركة ب سيتحولون إلى إستهلاك الماركة ا .

وبالتالى نتوقع الماركة ا الحصول على رقعة سوقيه يتم حسابها كما يلى :

الموقف القديم × الاحتمالات التحولية = الموقف الجديد

,٤٥	×	,٩٠	=	,٤٠٥٠
,٣٥	×	,١٠	=	,٠٣٥٠
,٢٠	×	,١٠	=	,٠٢٠٠
				,٤٦٠٠

وبالتالى فإن الماركة ا سوف تحصل على رقعه سوقيه قدرها ٤٦ ٪ فى الفترة الجديدة أى حدث تغير فى حالة السوق من ٤٥ ٪ إلى ٤٦ ٪ كحصة تسويقيه .

بالنسبه للماركه ب :

الموقف القديم × الاحتمالات التحويليه = الموقف الجديد

,٤٥	× ,٠٥	= ,٠٢٢٥
,٣٥	× ,٨٠	= ,٢٨٠٠
,٢٠	× ,١٥	= ,٠٣٠٠
		,٣٣٢٥

وبالتالى فإن الماركه ب سوف تحصل على رقمة سوقية أقل مما تحصل عليه الآن . أى سيحدث تغيير فى الحصه السوقية من ٣٥ ٪ إلى ٣٣,٢٥ ٪ .

بالنسبه الماركة حو :

الموقف القديم × الاحتمالات التحويلية = الموقف الجديد

,٤٥	× ,٠٥	= ,٠٢٢٥
,٣٥	× ,١٠	= ,٠٣٥٠
,٢٠	× ,٧٥	= ,١٥٠٠
		,٢٠٧٥

معنى ذلك أنه سيحدث تغيير فى حالة الطلب بالنسبة للماركة حـ فى الفترة الجديدة . ستحصل على رقمة سوقيه قدرها ٢٠,٧٥ ٪ .

ومن التحليل السابق يتضح أنه قد حدث تغيير فى حاله السوق بالنسبه للماركات الثلاث :

— عدد أكبر من المستهلكين سيقومون باستهلاك الماركة ا

— « « « « « « حـ

— « أقل « « « « ب

أى أن الرقعة السوقيه لكلا من الماركتين ا ، حـ سوف يزداد بينما ستقل الرقعه السوقيه للمنتج ب .

وطبقاً لأسلوب سلاسل ماركوف فإن الاحتمالات التحويليه تعد ثابته من فترة لأخرى أى أن فى الفترة القادمه (فترة رقم ٢) أيضا سوف يستمر ٩٠ ٪ من مستهلكى الماركه ا فى إستهلاك الماركه ا بينما سيتحول ٥ ٪ من مستهلكى الماركة ء إلى ب وأيضا ٥ ٪ أخرى من مستهلكى الماركة ا إلى الماركة حـ .

وعلى ذلك يمكن الاستمرار لحساب الأنصبه السوقيه فى الفترة الثانيه بنفس الطريقه .

المارکة ا الفترة رقم ٢

٤١,٤٠ = ,٩٠ × ,٤٦

٢,٢٣ = ,١٠ × ,٢٢٢٥

٢,٠٧ = ,١٠ × ,٢٠٧٥

٪ ٤٦,٨

الماركة ب الفترة رقم ٢

٢,٣ = ,٠٥ × ,٤٦

٢٦,٦ = ,٨٠ × ,٢٢٢٥

٣,١١ = ,١٥ × ,٢٠٧٥

٪ ٣٢,٠١

الماركة حـ الفترة رقم ٢

٢,٣٠ = ,٠٥ × ,٤٦

٣,٣٢ = ,١٠ × ,٣٣٢٥

١٥,٥٦ = ,٧٥ × ,٢٠٧٥

٪٢١,١٨

وطبقا لأسلوب سلاسل ماركوف فإنه يفترض ثبات الاحتمالات التحويلية من فترة لأخرى أى ثبات الاحتمالات ٩٠٪ ، ١٠٪ ، ١٠٪ بالنسبة للماركة أ فى الفترة رقم ٣ كما يلى :

الماركة أ فى الفترة رقم ٣

,٤٢١٢٠ = ,٩٠ × ,٤٦٨٠٠

,٠٢٢٠١ = ,١٠ × ,٣٢٠١٢

,٠٢١٤٩ = ,١٠ × ,٢١١٨٨

٪٤٧,٨٤

الماركة ب فى الفترة رقم ٣

,٠٢٣٤٠ = ,٠٥ × ,٤٦٨٠٠

,٠٣٢٠١ = ,٨٠ × ,٣٢٠١٣

,٠٣١٧٨ = ١٥ × ,٢١١٨٨

٪٣١,١٢

المشاركة ح فى الفـترة رقم ٣

,٤٦٨٠٠ × ,٠٥ = ,٠٢٣٤٠

,٣٢٠١٢ × ,١٠ = ,٠٣٢٠١

,٢١١٨٨ × ,٧٥ = ,١٥٨٩١

٢١,٤٣٢ ٪

يلاحظ مما سبق أن نتائج كل فترة مبنية على نتائج الفترة التى تسبقها مباشرة ويلاحظ أيضا ثبات للاحتمالات التحويلية فى جميع الفترات .

وعلى هذا المنوال يمكن تقدير حالة السوق فى الأجل الطويل . والجدول الآتى يمثل ذلك :

الفترة	صفر	١	٢	٣	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠
الحصة السوقية للماركة ا	,٤٥	,٤٦	,٤٦٨	,٤٧٤	,٤٨٣	,٤٩٤	,٤٩٨	,٤٩٩	,٤٩٩٨	,٤٩٩٩
الحصة السوقية للماركة ب	,٣٥	[illegible]	,٣٢٠	,٣١١	,٣٠٠	,٢٨٩	,٢٨٦	,٢٨٦	,٢٨٥٨	,٢٨٥
الحصة السوقية للماركة حـ	,٢٠	,٢٠٧٥	,٢١١	,٢١٤	,٢١٦	,٢١٥	,٢١٤	,٢١٤	,٢١٤٣	,٢١٤

ومن الجدول السابق يتضح أن الحصة السوقية للماركات المختلفة فى الأجل الطويل ستكون كما يلى : -

الماركة	الحصة السوقية
ا	٥٠٪
ب	٢٨٫٦٪
ح	٢١٫٤٪
	١٠٠٪

ولكن يلاحظ أن أسلوب تحديد مقــدار التغيرات فى الحصص السوقية للماركات الثلاث قد تطلب مجهوداً حسابياً لا يستهان به . وبالتالى لابد من البحث عن أسلوب لاختصار هذا المجهود .

خطوات العمل :

يمكن التعبير عن الجدول الأصلى للمشكلة فى ثلاثة معادلات جبرية كما يلى :

الاحتمال الخاص بالماركة ا

= ٠,٩٠ ع ا + ٠,١٠ ع ب + ٠,١٠ ع ح

الاحتمال الخاص بالماركة ب

= ٠,٠٥ ع ا + ٠,٨٠ ع ب + ٠,١٠ ع ح

علماً بأن ع ا + ع ب + ع ح = ١ صحيح

حل المعادلة الخاصة بالماركة ا

ع ا = ٠,٩ ع ا + ٠,١ ع ب + ٠,١ ع حـ

ع ا − ٠,٩ ع ا = ٠,١ ع ب + ٠,١ ع حـ

٠,١ ع ا = ٠,١ ع ب + ٠,١ ع حـ

ع ا = ع ب + ع حـ

ولما كان مجموع الاحتمالات يجب أن يساوى واحد صحيح فإننا يمكن استبدال ع ب + ع حـ للقيمة ع ا

(ع ب + ع حـ) + ح ب + ح حـ = ١

٢ ح ب + ٢ ح حـ = ١

ح ب = ٠,٥ − ح حـ

ح ا = (٠,٥ − ح حـ) + ح حـ = ٠,٥

وباستبدال قيمة ح ا = ٠,٥ ، ح ب = ٠,٥ − ح حـ

فى المعادلة الثانية نجد ما يلى :

٠,٥ − ح حـ = ٠,٠٥ ، ٠,٥) + ٠,٨٠ (٠,٥ − ح حـ)

+ ٠,١٥ ح حـ − ٠,٢٥ ح حـ = − ٠,٠٧٥

ح حـ = (− ٠,٠٧٥) / (− ٠,٢٥) = ٣ / ١٤ = ٠,٢١٤٢٩

أى ح ب = ٠,٥ − ٣/١٤ = ٧/١٤ − ٣/١٤ = ٤/١٤ = ٠,٢٨٥٧١

أى أننا حصلنا على القيم الآتية :

ح ا = ٥٠ ٪

ح ب = ٢٨,٥٧١ ٪

ح حـ = ٢١,٤٢٩ ٪

وهى تقريباً نفس النتائج التى حصلنا عليها فيما سبق فى الطريقة المطوله .

استخدام أسلوب ماركوف فى اتخاذ القرارات :

لنفرض أن أحد المصانع يرغب فى المفاضلة بين ثلاثة سياسات مختلفة للدعاية والترويج عن منتجاته كما يلى :

١ - السياسة الأولى تهدف إلى زيادة ولاء العملاء الحاليين للماركة ا بواسطة استخدام كوبونات تخفيض للشراء المتكرر .

٢ - السياسة الثانية تهدف إلى إضافة هدايا مع المبيعات المقبلة وذلك للحصول على جزء من العملاء الحاليين للماركة ب (جذب عملاء ماركة أخرى).

٣ - السياسة الثالثه (مثل السياسة الثانية تهدف إلى جذب عملاء ماركة أخرى) ولكن هنا فى هذا الوقت العمل على الحصول على بعض العملاء الحاليين للماركة حـ .

مصفوفة الاحتمالات طبقاً للسياسة الأولى :

من	ماركه ا	ماركه ب	ماركه ب
ماركه ا	,٩٥	,٠٢٥	,٠٢٥
ماركه ب	,١٠	,٨٠	,١
ماركه حـ	,١٠	,١٥	,٧٥

طبقاً لهذه السياسة فإن ٩٥ ٪ من العملاء الحاليين سوف يستمرون فى استهلاك الماركه ا ، سيتحول إلى الماركه ا جزء من عملاء الماركه ب قدره ١٠ ٪ ، أيضاً سيتحول إلى الماركه ا جزء من عملاء الماركه حـ قدره ١٠ ٪ .

مصفوفه الاحتمالات طبقاً للسياسه الثانية

من / من	ا	ب	حـ
ا	,٩٠	,٠٥	,٠٥
ب	,١٥	,٧٥	,١٠
حـ	,١٠	,١٥	,٧٥

هذه السياسة تهدف إلى جذب جانب من العملاء الحاليين للماركة ب .

مصفوفة الاحتمالات طبقا للسياسة الثالثة

من \ إلى	ا	ب	حـ
ا	٫٩٠	٫٠٥	٫٠٥
ب	٫١٠	٫٨٠	٫١٠
حـ	٫١٥	٫١٥	٫٧٠

هذه السياسة تهدف إلى جذب جانب من العملاء الحاليين للماركة حـ .

وبحل هذه السلسلة جبريا نحصل على النتائج كما يلى : ـ

السياسة	الحصة السوقية للماركة
رقم ١	٦٦٫٧ ٪
رقم ٢	٥٥٫٩ ٪
رقم ٣	٥٤٫٥ ٪

فإذا كانت نتائج دراسات السوق تشير بأن رقم الطلب الكلى فى السوق سيكونة ١٠٠٠٠٠٠٠ (١٠ مليون وحدة) وأن المنتج للماركة ا يحقق إجمالى ربح قدره واحد جنيه للوحدة الواحدة .

إجمالى الربح المحقق	السياسه
٦٦٫٧ ٪ × ١٠٫٠٠٠٫٠٠٠ × ١	رقم ١
٥٥٫٩ ٪ × ١٠٫٠٠٠٫٠٠٠ × ١	رقم ٢
٥٤٫٥ ٪ × ١٠٫٠٠٠٫٠٠٠ × ١	رقم ٣

أى عبارة عن :

٦٫٦٦٦٫٦٦٧ ج إذا تم تنفيذ السياسة الأولى للترويج

٥٫٥٨٨٫٢٣٥ ج « « « الثانية «

٥٫٤٥٤٫٥٤٠ ج « « « الثالثة «

كيف تقارن ذلك بالوضع الحالى (تحقيق حصة سوقيه قدرها ٥٠ ٪ من السوق الكلى) . أى إجمالى الربح المحقق حاليا عبارة عن ١٠٫٠٠٠٫٠٠٠ × ٥٠ / ١٠٠ × ١ ج = ٥٫٠٠٠٫٠٠٠ ج

الجدول الآتى يعطى هذه النتائج، يلاحظ أيضا أن تكاليف السياسات المختلفة كما يلى :

السياسة	تكاليف الترويج والدعاية
١	١٫٥٠٠٫٠٠٠ ج
٢	٤٠٠٫٠٠٠ ج
٣	٢٠٠٫٠٠٠ ج

ويتضح كما يظهر من الجدول التالى أن السياسه الثانيه (جذب عملاء من المستهلكين الحاليين للماركه ب) يعد أفضل السياسات ولو أن هذه السياسة تحقق حصه سوقية تقل عن الذى تحققه السياسه الأولى .

السياسات	الحصة السوقيه	الربح الاجمالى	التحسين المتوقع	تكلفه السياسه	التحسين الصافى
الوضع الحالى	٥٠ ٪	٥ر٠٠٠ر٠٠٠	—	—	—
سياسه رقم ١	٦٦ر٧ ٪	٦ر٦٦٦ر٦٦٧	١ر٦٦٦ر٦٦٧	١ر٥٠٠ر٠٠٠	١٦٦ر٦٦٧
« « ٢	٥٥ر٩ ٪	٥ر٥٨٨ر٢٣٥	٥٨٨ر٢٣٥	٤٠٠ر٠٠٠	١٨٨ر٢٣٥
« « ٣	٥٤ر٥ ٪	٥ر٤٥٤ر٥٤	٤٥٤ر٥٤٠	٣٠٠ر٠٠٠	١٥٤ر٥٤٠

استخدام أسلوب سلاسل ماركوف لوضع سياسة صيانة مثلى :

تعد مشكلة الصيانة من المشاكل التى تصادف جميع المنظمات صناعية كانت تجارية أو خدمات . أيضا فى حياتنا اليومية تتدخل كثيراً فى شئوننا عمليات الصيانة :ـ

- متى يجب عمل الصيانة الروتينية .
- متى يجب تنظيف الآلة الكاتبة .
- متى نقوم بتشحيم السيارة .
- متى نقوم بتغيير زيت السيارة .
- متى نقوم بتغيير « رولمان البلى » الخاصة بالماكينة .

إن أغلب الماكينات يمكنها أن تعيش طويلا بدون صيانه ، غير أن خطأ بسيط قد يحدث وبالتالى يؤدى إلى الحاجه إلى إجراء عمرة كاملة للماكينه ، وبالتالى فإن الصيانه تطيل من العمر الإقتصادى للآلة فضلا عن سهولة التشغيل وتقليل تكلفه الإنتاج نتيجه لتقليل وقت الأعطال إلى أقل ما يمكن .

يساعدنا أسلوب سلاسل ماركوف كثيراً فى تحديد أنسب سياسات الصيانه فى ظل تغير ظروف وأحوال الماكينات من وقت لآخر ، لنعرض ذلك بالمثال العملى التالى :

نفرض أن هناك إحدى الماكينات يمكن أن تكون حالتها أحد الاحتمالات التاليه فى صباح أى يوم قبل بدء التشغيل ؛

أحوال التشغيل الممكنه

١ - فى حاله تشغيل جيدة .
٢ - تحتاج إلى ضبط قليل جداً .
٣ - فى حاله تشغيل سيئه .
٤ - غير صالحه التشغيل تماما .

وبالتالى صباح كل يوم قبل بدء التشغيل يمكن اتخاذ أى إجراء من الإجراءات الآتيه :

الإجراء	التكلفه
- عدم عمل أى شىء (ا)	صفر
- عمل صيانه روتينيه (ب)	١٠٠ ج
- ضبط وتعديل (حـ)	٣٠٠ ج
- ضبط وتعديل وعمل صيانة روتينيه (حـ ، ب)	٣٥٠ ج
- عمل عمرة كاملة (هـ)	١٠٠٠ ج

نتيجه لوجود ٤ حالات ممكنه للآله ، ٥ أنواع من التصرفات فإن معنى ذالك يوجد ٦٢٥ سياسة للصيانة ($٥^٤$)

[٥ × ٥ × ٥ × ٥ = ٦٢٥]

ولكن لحسن الحظ نفترض أن الادارة سوف فقط تقوم بدراسه عـــدد محدود من السياسات المختلفه للصيانة وأيضا قد تكون هناك بعض السياسات المكلفه جداً وبالتالى يجب تجاهل هذه السياسات، وأخيراً قد تكون هناك سياسات واضحه ويجب تنفيذها فوراً مثلا فى حاله عما إذا كانت الآله غير صالحه التشغيل فلا يوجد أمامنا سوى طريق واحد وهو عمل عمرة كاملة ، وأيضا إذا كانت الآله فى حاله جيدة للتشغيل أو أنها فى حاجه إلى ضبط قليل فإنه طبعا ليس هناك احتياج لعمل العمرة كاملة .

إن أبسط سياسه هو عدم عمل أى شىء لحين أن تصبح الاله غير صالحه للتشغيل وبالتالى تقوم الادارة بعمل عمرة كاملة .

هذه السياسه رقم ١ يمكن بيانها فى الجدول التالى :

الاحتمالات التحويلية للسياسة الأولى

من \ إلى	١	٢	٣	٤
١	٫٩٠	٫٠٦	٫٠٣	٫٠١
٢	صفر	٫٨٠	٫١٠	٫١٠
٣	صفر	صفر	٫٥٠	٫٥٠
٤	١	صفر	صفر	صفر

تفسير هذا الجدول :

هذه السياسة ، عدم عمل أى شيء إذا كانت الماكينة فى حالة جيدة التشغيل ، قد تؤدى إلى أن تصبح الآلة فى نفس الحال (حالة جيدة للتشغيل) أيضاً فى اليوم التالى . احتمال حدوث ذلك لاستمرار الوضع الحالى عبارة عن ٠٫٩٠ . هذه الاحتمالات التحويلية يتم الحصول عليها من البيانات التاريخية الخاصة للتشغيل فى ظل الظروف المختلفة (الأحوال المختلفة للماكينة) . أيضاً فى ظل هذه السياسة قد تحدث الأحوال الأخرى للآلة ، فمثلا قد تتحول حالة الالة من حالة جيدة التشغيل إلى :

الحالة الحالية	الحالة الجديدة
١ ـ حالة جيدة التشغيل	حالة جيدة التشغيل
٢ ـ « « «	« فى حاجة إلى ضبط محدود
٣ ـ « « «	« سيئة التشغيل
٤ ـ « « «	« غير صالحة التشغيل تماما

غير أن احتمالات حدوث الثلاثة حالات التالية عبارة عن احتمالات صغيرة .

ويلاحظ أن هذه الاحتمالات تقل من حالة إلى أخرى (فى تدرجنا من الحالة الأولى إلى الثانية إلى الثالثة إلى الرابعة) أى تقل كلما تدرجنا إلى الأحوال السيئة للتشغيل حتى تقف الالة تماما وتصبح غير صالحة للعمل والتشغيل . هذا ما تعكسه مصفوفة التحويلات المبينة أعلاه كما يلى :

الحالة	الاحتمال
الالة تحتاج إلى ضبط محدود	٠٦ر
الالة فى حالة سيئة التشغيل .	٠٣ر
الالة غير صالحة تماما للتشغيل	٠١ر

(يلاحظ انخفاض فى قيمة الاحتمال كلما تدهورت حالة الالة) .

وإذا أصبحت الالة فى حاجة إلى ضبط محدود (الحالة رقم ٢) فإنه بالطبع لا يمكن أن تتحول إلى الحالة الأولى (فى حالة تشغيل جيدة) إلا إذا تم إصلاح معين أو القيام بعملية الصيانة. بمعنى آخر أن الاحتمال صفر أن تتحول الالة من:

فى حالة تحتاج إلى ضبط محدود إلى فى حاله جيده التشغيل

وأيضا يبين الجدول أنه من المحتمل أن تبقى الاله فى حالة احتياج إلى ضبط دقيق ولا تنتقل إلى الأحوال الأخرى (تصبح فى حالة سيئة التشغيل أو تصبح غير صالحة للتشغيل تماما) .

وبالتالى فإن الاحتمالات تكون كما يلى :

الحالة	الاحتمال
الالة فى حالة جيدة التشغيل	صفر
« فى احتياج إلى ضبط محدود	٨٠ ٪
« فى حالة سيئة التشغيل	١٠ ٪
« غير صالحة للتشغيل تماما	١٠ ٪

يبين الصف فى المصفوفة أنه إذا أصبحت الالة فى حالة سيئة للتشغيل فإن الاحتمال يكون ٥٠ ٪ أن تستمر فى هذه الحالة أو أنها تصبح غير صالحة للتشغيل وهذا إحتماله ٥٠ ٪ . وبالتالى يكون الاحتمال صفر أن تصبح الالة فى حالة جيدة التشغيل أو تحتاج فقط إلى ضبط محدود .

وأخيراً إذا أصبحت الالة فى حالة عدم الصلاحية التشغيل مطلقة فإن الاحتمال عبارة من ١٠٠ ٪ أن تصبح فى حالة جيدة التشغيل وذلك لأنه إذا أصبحت فى وضع عدم الصلاحية فلابد من القيام بالعمرة الكاملة وذلك لجعل الاله فى حاله جيدة التشغيل .

يمكن الحصول على الاحتمالات المؤثرة على هـــذه المواقف جبريا كما يلى وذلك بجعل :

$ح_{١}$ تمثل الحالة الأولى : الالة فى حالة جيدة التشغيل

$ح_{٢}$ » » الثانية : الالة فى حاجة إلى ضبط محدود

$ح_{٣}$ » » الثالثة : الالة فى حالة سيئه للتشغيل

$ح_{١}$ » » الرابعة : الالة غير صالحة للتشغيل مطلقاً

$$ح_{١} = ,٩٠ ح_{١} + ١ ح_{٤}$$

$$ح_{٢} = ,٠٦ ح_{١} + ,٨٠ ح_{٢}$$

$$ح_{٣} = ,٠٢ + ,١٠ ح_{٢} + ,٥٠ ح_{٣}$$

$$ح_{٤} = ,٠١ ح_{١} + ,١٠ ح_{٢} + ,٥٠ ح_{٣}$$

حيث $ح_{١} + ح_{٢} + ح_{٣} + ح_{٤} = ١$ صحيح

ومن المعادله الأولى يتضح أن :

$$ح_{٤} = ,١ ح_{١}$$

ومن المعادله الثانيه يتضح أن :

$$ح_{٢} = ,٣٠ ح_{١}$$

وإذا استبدلنا ٠٫٣ ح١ القيمة ح٢ في المعادله الثالثه وحلها للحصول على قيمه ح٣ فإننا نحصل على :

$$\text{ح}_{3} = \text{٠٫٠٢}\,\text{ح}_{1} + \text{٠٫١٠}\,(\text{٠٫٣٠}\,\text{ح}_{1}) + \text{٠٫٥٠}\,\text{ح}_{3}$$

$$\text{٠٫٥٠}\,\text{ح}_{3} = \text{٠٫٠٣}\,\text{ح}_{1} + \text{٠٫٠٣}\,\text{ح}_{1}$$

$$\text{ح}_{3} = \text{٠٫١٢}\,\text{ح}_{1}$$

وإذا استخدمنا النتائج السابقه لحل المعادله الرابعه فإننا نحصل على مايلي :

$$\text{ح}_{1} + \text{٠٫٣٠}\,\text{ح}_{1} + \text{٠٫١٢}\,\text{ح}_{1} + \text{٠٫١٠}\,\text{ح}_{1} = \text{١}$$

$$\text{١٫٥٢}\,\text{ح}_{1} = \text{١}$$

$$\text{ح}_{1} = \frac{\text{١}}{\text{١٫٥٢}} = \frac{\text{٥٠}}{\text{٧٦}} = \text{٦٥٫٨}\ \%$$

ثم نجـــد :

$$\text{ح}_{2} = \frac{\text{١٥}}{\text{٧٦}} = \text{١٩٫٧}\ \%$$

$$\text{ح}_{3} = \frac{\text{٦}}{\text{٧٦}} = \text{٧٫٩}\ \%$$

$$\text{ح}_{4} = \frac{\text{٥}}{\text{٧٦}} = \text{٦٫٦}\ \%$$

وهناك أربع سياسات أخرى للصيانة تم فحصها بواسطة الإدارة .

السياسة الثانية :

تتضمن السياسه الثانية القيام بالصيانة الروتينية للحالات الأولى والثانية والثالثه والقيام بعمرة كاملة للحالة الرابعه .

الحالة ١ جيدة التشغيل صيانة روتينية

الحالة ٢ تحتاج إلى ضبط محدود » »

الحالة ٣ سيئة التشغيل » »

الحالة ٤ غير صالحة التشغيل عمرة كاملة

الجدول الآتى يوضح الاحتمالات التحويلية

إلى / من	١	٢	٣	٤
١	٩٥ر	٠٣ر	٠١,	٠١,
٢	صفر	٨٥ر	١٠,	٠٥,
٣	صفر	صفر	٦٠ر	٤٠,
٤	١	صفر	صفر	صفر

هذا الجدول يوضح لنا طبيعه السياسة الثانيه وهى القيام بالصيانه الروتينية والتى من شأنها تقليل احتمال حدوث الحالات السيئه لموقف الماكينه الخاص بالتشغيل . حيث أن الصيانه الروتينيه تقلل من سرعه تدهور حالة الماكينه إلى أسوأ وذلك بالمقارنه بالسياسه الخاصه بعدم القيام بأى إجراء يتعلق بالصيانه .

السياسه الثالثه :

فى ظل هذه السياسه وهو القيام بعمل ضبط محدود الماكينه . وبالطبع فى حالة تشغيل الماكينه بشكل جيد (الموقف رقم ١) لو نحتاج إلى هذا الضبط المحدود وبالتالى لن يتأثر الصف الأول فى الجدول السابق .

غير أن ضبط الماكينه فى حالة احتياجها لذلك الضبط قد يؤدى إلى تحولها من حالة عدم الضبط إلى الحالة الأولى وهى جيدة التشغيل وذلك احتماله قدره ٨٠ ٪

من \ إلى	١	٢	٣	٤
١	٩٠ر	٠٦ر	٠٣ر	٠١ر
٢	٨٠ر	١٠ر	٠٨ر	٠٢ر
٣	صفر	صفر	٧٠ر	٣٠ر
٤	١	صفر	صفر	صفر

السياسة الرابعه :

تختلف هذه السياسة عن السياسه السابقه فقط فى الصف رقم ١ حيث تم عمل صيانه روتينيه . هذا التصرف مطابق تماما لما تم عمله فى حالة حدوث الحالة الأولى فى ظل السياسه الثانيه . وتظهر النتائج الخاصه بالاحتمالات التحويليه كما يلى :

من \ إلى	١	٢	٣	٤
١	٩٥ر	٠٣ر	٠١ر	٠١ر
٢	٨٠ر	١٠ر	٠٨ر	٠٢ر
٣	صفر	صفر	٧٠ر	٣٠ر
٤	١	صفر	صفر	صفر

السياسه الخامسه :

تتشابه هذه مع السياسه الرابعه فيما عدا حالة ما إذا كانت الماكينه سيئة التشغيل (الحالة الثالثة) حينما يتم عمل عمرة كاملة فإن ذلك مؤداه تحول الماكينه إلى الوضع الأول وهو أن تكون جيدة التشغيل . الجدول الآتى يبين ذلك :

من \ إلى	١	٢	٣	٤
١	٩٥ر	٠٢ر	٠١ر	٠١ر
٢	٨٠ر	١٠ر	٠٨ر	٠٢ر
٣	١	صفر	صفر	صفر
٤	١	صفر	صفر	صفر

ويمكن تلخيص نتائج الاحتمالات وأيضا التكلفه لكل سياسه كما يلى :

السياسه الأولى : عدم القيام بأى شىء فيما يتعلق بالصيانة

الحالة	الاحتمال	التكلفه
١	٥,٠٨ ٪	صفر
٢	١٩,٧ ٪	صفر
٣	٧,٩ ٪	صفر
٤	١,٦ ٪	١٠٠٠

ويلاحظ هنا فى ظل هذه السياسة لا نقوم بأى شىء إلا إذا أصبحت الآلة فى حالة غير صالحه للتشغيل والعمل .

السياسه الثانيه : عمل الصيانه الروتينيه

الحالة	الاحتمال	التكلفه
١	٧٥,٥ ٪	١٠٠
٢	١٥,١ ٪	١٠٠
٣	٥,٧ ٪	١٠٠٠
٤	,٨ ٪	١٠٠

السياسه الثالثه : عمل الضبط

الحالة	الاحتمال	التكلفة
١	٨١,٢ ٪	صفر
٢	٥,٤ ٪	٣٠٠
٣	٩,٦ ٪	٢٥٠
٤	,٨ ٪	٣٠٠٠

السياسه الرابعه: عمل الضبط والصيانه الروتينيه

الحالة	الاحتمال	التكلفه
١	٩٤,٦ ٪	١٠٠
٢	٣٢,٢ ٪	٣٠٠
٣	١,٢ ٪	٣٥٠
٤	١ ٪	١٠٠٠

السياسه الخامسه : عمل عمره كامله

الحاله	الاحتمال	التكلفه
١	٩٤,٦ ٪	١٠٠
٢	٣,٣ ٪	٣٠٠
٣	١,٢ ٪	١٠٠٠
٤	١ ..	١٠٠٠

والجدول الآتى يلخص النتائج :

السياسه	الحاله	الاحتمال	التصرف	التكلفه	التكلفه المؤقته
١	١	٦٥ر٨	ا	صفر	صفر
	٢	١٩ر٧	ا	صفر	صفر
	٣	٧ر٩	ا	صفر	صفر
	٤	٦ر٦	هـ	١٠٠٠	٦٦,٠٠
					٦٦,٠٠
٢	١	٧٥ر٥	ب	١٠٠	٧٥,٥
	٢	١٥ر١	ب	١٠٠	١٥٨٠
	٣	٥ر٧	ب	١٠٠	٥,٧
	٤	٣ر٨	هـ	١٠٠	٣٨,٠٠
					٢٤,٣

	الحالة	الاحتمال	التصرف	التكلفة	التكلفة المؤقته
٣	١	٨١,٢	أ	صفر	صفر
	٢	٥,٤	حـ	٣٠٠	١٦,٢
	٣	٩,٦	حـ،ب	٣٥٠	٣٣,٦
	٤	٣,٨	هـ	١٠٠٠	٣٨,٠٠
					٨٧,٣٠
٤	١	٩١	ب	١٠٠	٩١
	٢	٣	حـ	٣٠٠	٩
	٣	٣,٨	حـ،ب	٣٦٠	١٣,٣٠
	٤	٢,١	هـ	١٠٠٠	٢١
					١٣٤,٣٠
٥	١	٩٤,٦	ب	١٠٠	٩٤,٦٠
	٢	٣,٢	حـ	٣٠٠	٩,٦
	٢	١,٢	هـ	١٠٠٠	١٢
	٤	١	هـ	١٠٠٠	١٠
					١٢٦,٢٠

ويلاحظ أن أحسن سياسة هي السياسة الأولى وهي عدم القيام بأي شيء فيما يتعلق بالصيانة إلى أن تتوقف الماكينه عن العمل وتصبح غير صالحه للتشغيل والعمل تماما .

ومما لا شك فيه فإن الأمريكان يتبعون هذه السياسة بالنسبة لسياراتهم . إنهم لايقومون بعمل أى نوع من الإصلاح أو الصيانه فيما عدا تغيير زيت الموتور ، تغيير البطارية وأيضا إطارات السيارة . وبالتالى لا يقومون بأى إصلاح إلا إذا توقفت السيارة عن العمل تماما . ويمكن توضيح سبب أتباع هذه السياسة يتلخص فى أن تكلفه الإصلاح مرتفعة جداً ومن المفضل أن يتم تخريد السيارة عن إصلاحها .

على أى حال ، نجد أن شركات الطيران تتبع أسلوب مختلف تماما فى الصيانة . فهناك الصيانة الروتينية الشاملة وأيضا إحلال الماكينات بماكينات جديدة بعد عدد ساعات معين من الطيران . يلاحظ أن شركات الطيران تتبع ذلك بسبب الخسارة والمخاطر التى قد تحدث إذا اتبعت أسلوب معاملة الأمريكان لسياراتهم بخصوص عملية الصيانة والإصلاح .

تطبيقـات

— ١ —

المصفوفة الآتية تمثل إحدى النظم A System الذى قد يكون فى إحدى حالتين in one of two states .

(ا) الحالة رقم ١

(ب) « « ٢ .

من \ إلى	١	٢
١	١/٣	٢/٣
٢	٣/٤	١/٤

المطلوب تحديد الاحتمالات الخاصة بالانتقال من حالة إلى أخرى .

— ٢ —

المصفوفة الاتية تمثل إحدى النظم الذى قد يكون فى حالة من إحدى الحالات الثلاث الاتية :

(ا) الحالة رقم ا

(ب) « « ب

(حـ) « « حـ

من \ إلى	أ	ب	حـ
أ	$\frac{١}{٢}$	صفر	$\frac{١}{٢}$
ب	$\frac{١}{٤}$	$\frac{١}{٤}$	$\frac{١}{٢}$
حـ	٣	$\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٣}$

١ ـ لنفرض أنه فى الوضع الحالى (الفترة الأولية) كان هذا النظام فى الحالة أ المطلوب تحديد قيم :ـ

ح أ فى الفترة الخامسة

ح ب فى الفترة الخامسة

ح حـ فى الفترة الخامسة

٢ ــ المطلوب حساب قيمة احتمالات التحول

— ٣ —

المصفوفة التالية تمثل احتمالات التحول لإحدى المواقف

من \ إلى	١	٢
١	٢ر	٨ر
٢	٦ر	٤ر

(أ) المطلوب حساب احتمالات التحول فى الموقف .

(ب) إذا فرض أن $ح_١$ فى الفترة صفر عبارة عن ٤ر .

، $ح_٢$ فى الفترة صفر عبارة عن ٦ر

المطلوب حساب $ح_١$ فى الفترات ١، ٢، ٣، ٤

$ح_٢$ فى الفترات ١، ٢، ٣، ٤

— ٤ —

فى مثال الصيانة السابق عرضه فى هذا الباب، المطلوب تقييم السياسات الخ
الصيانه فى ظل أرقام التكلفة الاتية :

(ا) عدم القيام بأى شىء	صفر
(ب) الصيانة الروتينية	٥٠ ج
(ح) عمل ضبط محدود الماكينة	١٥٠ ج
(ى) عمل ضبط وصيانة روتينية	٢٠٠ ج
(ه) عمل عمرة كاملة	١٠٠٠ ج

ماهى السياسة التى عندها تتحمل أقل تكلفه متوقعة ؟

— ٥ —

مبيعات إحدى الشركات يمكن تقسيمها إلى ٣ أقسام رئيسيه

١ – مبيعات نقدية (نقدية)
٢ – مبيعات بالآجل (أوراق قبض)
٣ – مبيعات غير محصلة

لنفرض أن المصفوفة الاتية تمثل التحولات من حالة إلى أخرى من قسم إلى آخر) .

من \ إلى	١	٢	٣
١	١	صفر	صفر
٢	٠٫٨٠	٠٫١٩	٠٫٠١
٣	صفر	صفر	١

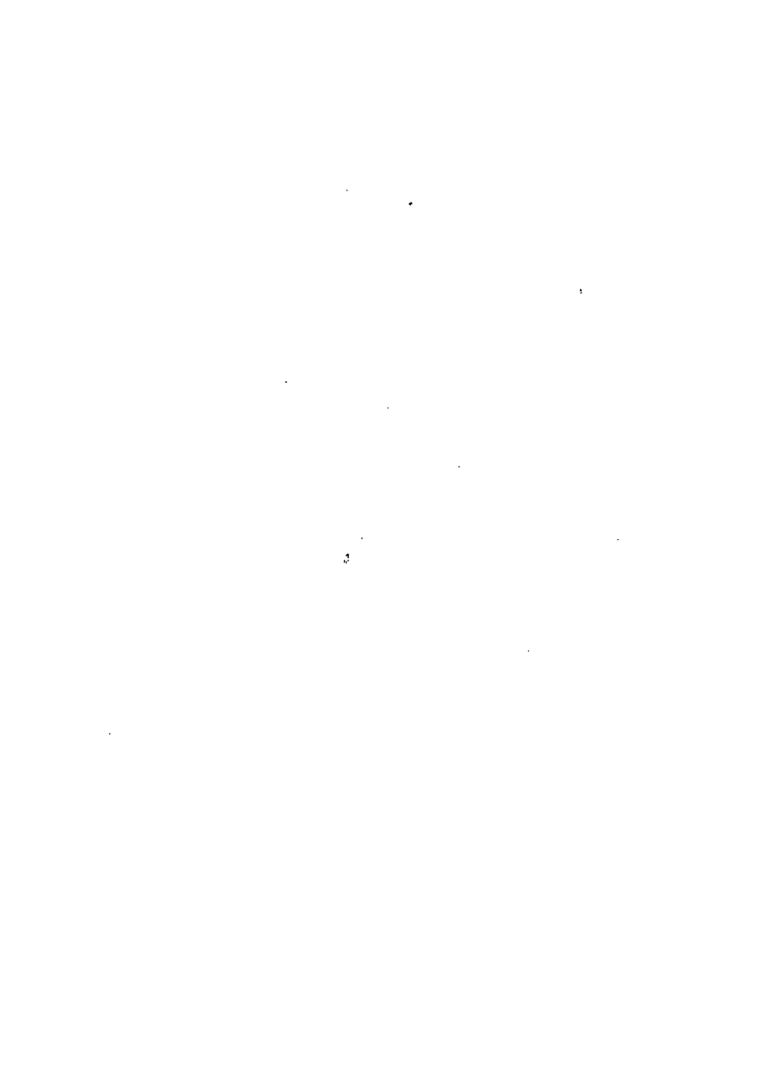
(١) إذا فرض أن $ح_١$ فى الفترة الحالية = ٩

، $ح_٢$ فى الفترة الحالية = صفر

، $ح_٣$ فى الفترة الحالية = ٠٠١

المطلوب حساب $ح_١$ ، $ح_٢$ ، $ح_٣$ فى الفترة المقبلة ؟

هل هناك ملاحظات على هذه النتائج ؟



الباب السابع : نظرية المباريات

الباب السابع

نظرية المباريات

The Theory of Games

كثيراً من المواقف تتضمن عملية التداخل فى اتخاذ القرارات .

'Interdependent Decison Making'

ومعنى ذلك أن القرارات يتم اتخاذها بواسطة إثنين أو أكثر من متخذى القرار Decision Makers وأن كل متخذ قرار يقوم باتخاذ القرار وتحـديد أسلوب العمل بناء على القرارات التى يتخذها الآخر .

وهذا يؤدى إلى إضـافة تعقيدات فى عملية اتخاذ القرارات نظرا لزيادة العوامل الخاصة بعدم التأكد Uncertainty التى يتعامل معها المدير أو متخذ القرار . وذلك لأن متخذ القرار لا يعرف نوايا الآخرين . ولا يعرف خططهم ولا بد وأن يأخذ نواياهم وخططهم فى حسبانه عندما يقوم باتخاذ القرار .

فمثلا بالإضافة إلى ظروف عدم التأكد التى يقابلها متخذ القرار بخصوص :

١ — هل يستطيع أن يجد بترولا فى الأرض التى يقوم بالتنقيب فيها .

٢ — رد الفعل الخاص بالعملاء بالنسبة للعبوه أو التصميم الجديدة للسلعة.

فإن متخذا القرار يقابله ظروف عدم التأكد الإضـافية Extra والتى تتعلق بخطط ونوايا المتنافسين فمثلا :

(*) L. Lapin. Quantitative Methods. op. cit .

١ — هل سيقوم المنافسين ببرامج الدعاية والإعلان عن منتجاتهم .

٢ — ماهى خطط المنافسين بخصوص تسعير منتجاتهم .

٣ — كميات الإنتاج التى يتوقع المنافسين طرحها فى السوق .

مما لاشك فيه فإن هذه العوامل سوف تؤثر على أسعار منتجات متخذ القرار وعلى كمية مبيعاته وسوف يتعرض لمشاكل تسويق منتجاته إن لم يأخذ هذه العوامل فى الحسبان عند اتخاذ قراراته .

ومما يزيد فى تعقيد المشكلة هو أنه غالباً ما تكون هذه العوامل المتعلقة بنوايا وخطط المنافسين غير معلومة مقدماً لمتخذ القرارات وفى نفس الوقت يجب أن يعطى لها أهمية كبيرة فى عملية اتخاذ القرارات .

مثال توضيحى :

يمكن توضيح عملية التداخل Interdpendent فى اتخاذ القرارات بمثال بسيط كما يلى :

لنفرض أن لدينا منظمتين تقومان بإنتاج أجهزة الراديو والتليفزيون وكل منظمة مستقلة عن الأخرى بل أنهم يتنافسان على السوق القومى فى إحدى الدول .

انفرض أن كلا من المنظمتين قاما بتطوير نوع جديد من التليفزيونات وأن هذه الأنواع الجديدة من أجهزة التليفزيون متشابهان فى كل شىء . كلا من المنظمتين يرغب فى تقديم التليفزيون الخاص بها للسوق القومى للدولة وأمام كلا منهما بدائل بخصوص عمليه الدعاية والترويج عن هذا المنتج الجديد كما يلى :

١ — البديل الأول هو أن تتولى برامج الدعاية والترويج العادية الخاصة بالمنظمة بعملية الترويج والدعاية عن المنتج الجديد (برنامج عادى) .

٢ — البديل الثانى هو أن تقوم المنظمة ببرنامج مكثف من الدعاية والترويج ذلك التقديم المنتج السوق (برنامج خاص ومركز) .

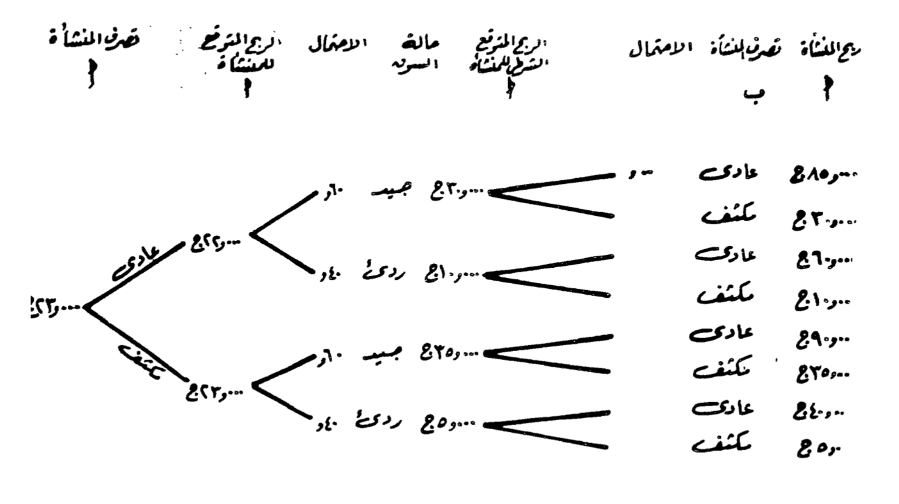
ولما كان لا يوجد إلا هاتين المنظمتين فى سوق إنتاج أجهزة التليفزيون فإنه مما لا شك فيه فإن مقدار الربح الذى يستطيع أن يحققه أى منهما يتوقف بدرجة كبيرة على مقدار جهود الدعاية والترويج التى تقوم بها المنظمة الأخرى والمنافس، وهذا يعد إحدى عوامل عدم التأكد التى يواجهها متخذ القرار (نواياها وخطط المنافس بخصوص برنامج الدعاية والترويج) .

وبالطبع قد لا يكون ذلك هو عنصر عدم التأكد الوحيد فإنه بالإضافة إلى ذلك هناك عناصر أخرى فمثلا حالة السوق State of the Market بخصوص رد فعل المستهلكين والوسطاء لهذا النوع الجديد من أجهزة التليفزيون .

ويمكن التبسيط أن نفرض أن حالة السوق يمكن تقسيمها إلى :

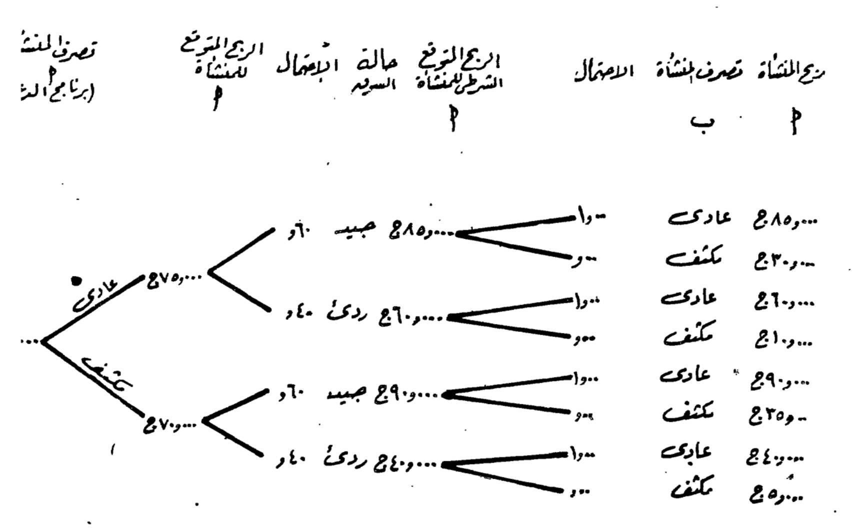
حالة السوق	الاحتمال
جيد (Good)	٦٠,
ردىء (Poor)	٤٠,

وطبيعى أننا يمكن أن ننظر إلى عملية القرارات من وجهة نظر أى من المنظمتين . لنفرض أن المنظمتين هما ا ، ب . فلنأخذ مثلا عملية اتخاذ القرارات من وجهة نظر المنشأة ا . وبالتالى يمكن بناء شجرة اتخاذ القرارات ولنفرض التبسيط ان المنشأة سوف تقوم ببرنامج عادى لعملية الترويج الخاصة بإدخال المنتج الجديد فى السوق . ومن هنا فإننا أزلنا عنصر عدم التأكد الخاص بتصرفات المنافس (منشأة ب) طبقاً لذلك كما هو مبين فى الشكل التالى فإن القرار الأمثل Optimum Decision للمنشأة ا هو أن تقوم بعمل الترويج وليس هناك داعى لبرنامج مكثف لذلك .



تصرف المنشأة أ
الربح المتوقع للمنشأة أ
الاحتمال
حالة السوق
الربح المتوقع الشرطي للمنشأة أ
الاحتمال
تصرف المنشأة ب
ربح المنشأة أ
عادي
مكثف
جيد
ردئ
عادي
مكثف
عادي
مكثف
عادي
مكثف
عادي
مكثف

ومما لاشك فيه فإن القرار الأمثل سوف يختلف إذا كان معروفاً مقدماً أن أن المنشأة ب سوف تقوم ببرنامج مكثف لتقديم المنتج الجديد في السوق ، فمن وجهة نظر المنشأة ا فإن مصلحتها أن تقوم في هذه الحالة ببرنامج مكثف الترويج كما هو مبين في الشكل التالي :



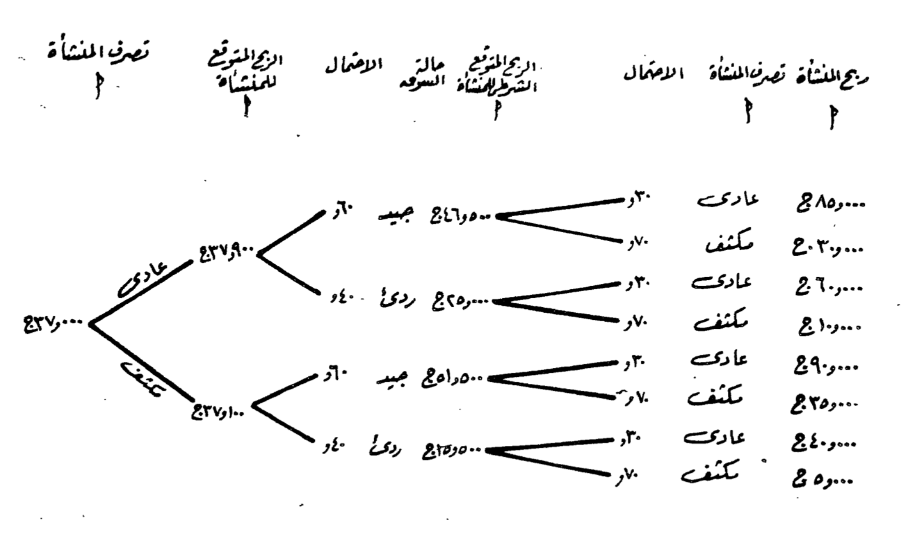
تصرف المنشأة
م
(برنامج الم...
الربح المتوقع للمنشأة
م
الاحتمال
حالة السوق
الربح المتوقع الشرطي للمنشأة
م
الاحتمال
تصرف المنشأة
ب
ربح المنشأة
م
عادى
مكثف
٧٥٠٠٠ ج
٧٠٠٠٠ ج
٠,٦
٠,٤
جيد
ردئ
٨٥٠٠٠ ج
٦٠٠٠٠ ج
٩٠٠٠٠ ج
٤٠٠٠٠ ج
١,٠٠
٠,٠٠
٨٥٠٠٠ ج
٣٠٠٠٠ ج
٦٠٠٠٠ ج
١٠٠٠٠ ج
٩٠٠٠٠ ج
٣٥٠٠٠ ج
٤٠٠٠٠ ج
٥٠٠٠٠ ج

غير أننا لو فرضنا زيادة عناصر عدم التأكد فى هذا الموقف كما يلى :

١ — أن حالة السوق غير معروفة .

٢ — أن خطط ونوايا (تصرف) المنشأة ب بخصوص برنامج الترويج للمنتج الجديد غير معروفة أيضاً:

فمثلا كل المعلومات التى أمكن معرفتها هو أن احتمال أن المنشأة ب تقوم ببرنامج مكثف للدعاية عبارة عن ٠,٧٠ . ويمكن بناء على ذلك عمل شجرة قرارات توضح ذلك وسوف نجد كما هو مبين فى الشكل التالى أن القرار الأمثل هو ان تقوم المنشأة ا فى مثل هذه الظروف ببرنامج دعاية عادى حيث أن ذلك سوف يمكنها من تحقيق أعلى ربح ممكن .



تصرف المنشأة
م
الربح المتوقع للمنشأة
م
الاحتمال
حالة السوق
الربح المتوقع الشرطى للمنشأة
م
الاحتمال
تصرف المنشأة
م
ربح المنشأة
م
٣٧٫٠٠٠ج
عادى
مكثف
٣٧٫٩٠٠ج
٣٧٫١٠٠ج
٫٦٠
٫٤٠
جيد
ردئ
٤٦٫٥٠٠ج
٢٥٫٠٠٠ج
١٥٫٥٠٠ج
٫٣٠
٫٧٠
عادى
مكثف
٨٥٫٠٠٠ج
٣٠٫٠٠٠ج
٦٠٫٠٠٠ج
١٠٫٠٠٠ج
٩٠٫٠٠٠ج
٣٥٫٠٠٠ج
٤٠٫٠٠٠ج
٥٫٠٠٠ج

يلاحظ فى الشكل السابق أنه يمثل حالة بسيطة وهى أن المنشأة ب تقوم باتخاذ قراراتها متجاهلة Ignoring القرارات الممكنة التى يمكن أن تتخذها المنشأة) . ولكن هذا الوضع نادراً أن يحدث فى المشاكل العملية الحقيقية . فإلى حد كبير يقوم المنافس بالأخذ فى الحسبان لدرجة كبيرة القرارات الممكنة Possible decisions التى قد يتخذها بقية المنافسين .

فن الناحية العملية نجد أن المنشأة ب سوف تتضايق إذا ما عرفت تفكير المنشأة ا بخصوص تصرفات المنشأة ب الممكنة . فمثلا إذا عرفت المنشأة ب أن المنشأة ا تضع احتمالات قدرها ٠٫٧ وذلك أن تقوم المنشأة ب ببرنامج دعاية مكثف وأيضاً عرفت المنشأة ب طريقة تفكير المنشأة ا كما هو مبين فى الشكل السابق وأيضاً عرفت أن القرار الأمثــل للمنشأة ا هو أن تقوم ببرنامج دعاية عادى ، فإن المنشأة ب قد تقـــوم (تغير من تصرفاتها) ببرنامج دعاية مكثف (على فرض أن المنشأة (ستقرر برنامج دعاية عادى) وبالتالى تطيح بجزء من أرباح لمنشأة ا . بمعنى أنها ستحقق أرباح على حساب المنشأة) .

يلاحظ أن هذا النوع من المشاكل الإدارية يعد السبب الحقيقى فى ظهور نظرية المباريات . وبالرغم من أن هـــذا النوع من المشاكل قديماً جداً نظرية المباريات ظهرت فى أواخر الأربعينات .

فمثلا مشكلة اتخاذ قرار بخصوص برنامج الدعاية السابق التعرض لها أعلاه يشابه كثيراً المواقف الخاصة باتخاذ قرارات بواسطة مجموعة من اللاعبين فى مباراة معينة . ومن هنا جاءت التسمية لهذا النوع من النماذج Models فى حل بعض المشكلات الخاصة بالمدير .

وتعد الخاصية الرئيسية لنظرية المباريات أنها تفترض أن كل متخذ قرار Each Decision Market يأخذ فى حسبانه كل القرارات والخطط الممكنة التى يتخذها بقية متخذى القرارات The Other Decision Markers (بقية أطراف اللعبة) .

وفى الحالات التى يستخدم فيها نموذج المباريات يفضل تصوير البيانات فى شكل جدول فمثلا بخصوص المشكلة الخاصة بالدعاية السابق التعرض لها يمكن تصوير البيانات كما يلى :

		تصرف المنشأة ب	
		برنامج عادى	برنامج مركز
تصرف المنشأة ا	برنامج عادى للدعاية	٨٥٫٠٠٠ ج للمنشأة ا	٣٠٫٠٠٠ ج للمنشأة ا
	برنامج مركز الدعاية	٩٫٠٠٠ ج للمنشأة ا	٣٥٫٠٠٠ ج للمنشأة ا

فى هــــذه الحالة . كل منشأة لديها بديلين أو نوعين من الخطط فقط Only two Courses of actions . الممكن التفكير فيهم، أيضا أنه يفترض أن هذين البديلين معروفان لكل منهما . وبالطبع فإنه فى كثير من الانواع الأخرى المشاكل يوجد أعداد كبيرة من الخطط الممكن أن تفكر فيها أن منشأة يعطى الجدول السابق مقدار الربح الذى سوف تحققه المنشأة ا فى ظل تصرفات كلا من المنشأتين معا .

مثلا قيام ا ببرنامج عادى ، ب ببرنامج عادى سوف يحقق ٨٥٫٠٠٠ ج أرباحا .

قيام أ ببرنامج مركز ، ب ببرنامج مركز سوف يحقق ٢٥٫٠٠٠ ج أرباحاً .

قيام أ ببرنامج عادى ، ب ببرنامج مركز سوف يحقق ٣٠٫٠٠٠ ج أرباحاً .

وهكذا بالإضافة إلى أنه يفترض فى هذا المثال أنه لا يوجد عوامل خاصة بعدم التأكد بخصوص حالة السوق ، وللتبسيط فإنه يفترض أن حالة السوق جيدة :

ويمكن تلخيص الفروض التى تعتمد عليها نظرية المباريات .

١ — أن كل متخذ قرار يقوم فقط بالتفكير فى عدد محدود من القرارات لحل مشكلة معينة وأنه يعرف نوايا وخطط المنافسين (The other decision Makers)

٢ — أن كل متخذ قرار يعرف النتائج التى ستحدث للآخرين وذلك كنتيجة لتصرفات الجميع مجتمعة .

٣ — أن المكسب الذى يحققه أحد الأشخاص يكون على حساب الآخرين (إذا كسب شخص سوف يؤدى ذلك إلى خسارة الآخرين Zero — sum Models

ويمكن توضيح كيفية استخدام نظرية المباريات كما يلى :

أولا : الحلول أو القرارات الثابتة :

يمكن تحليل المشكلة من وجهة نظر المنشأة أ كما هو مبين فى الجدول السابق ، إذا كانت المنشأة أ تعرف مقدماً قرار المنشأة ب فإنه بالتالى لا توجد أى صعوبات أمام المنشأة أ فى عملية اتخاذ القرار . فإذا اختارت المنشأة ب

القيام ببرنامج عادى الدعاية فإنه طبعاً من مصلحة المنشأة ا أن تقوم ببرنامج دعاية مركز وتحصل على ٩٠٫٠٠٠ ج كأرباح .

وإذا كانت المنشأة ا تعرف بأن المنشأة ب سوف تقوم ببرنامج دعاية مركز فإنه من مصلحـــة المنشأة ا أن تقوم ببرنامج دعاية مركز أيضا . ذلك سوف يؤدى إلى تحقيق ٢٥٫٠٠٠ ج كأرباح للمنشأة ا .

الجدول التالى يبين ذلك :

إذا كان تصرف المنشأة ب	أحسن تصرف للمنشأة ا	الربح للمنشأة ا
١ — برامج دعاية عادى	برنامج دعاية مركز	٩٥ر٠٠٠ ج
٢ — برنامج دعاية مركز	برنامج دعاية مركز	٣٥ر٠٠٠ ج

إذا كان تصرف المنشأة ا	أحسن تصرف للمنشأة ب	الربح للمنشأة ا
١ — برنامج دعاية عادى	برنامج دعاية مركز	٣٠ر٠٠٠ ج
٢ — برنامج دعاية مركز	برنامج دعاية مركز	٣٥ر٠٠٠ ج

ويلاحظ من الجدول السابق أن أحسن تصرف للمنشأة ا هو القيام ببرنامج دعاية مركز ، وفى الجزء الأسفل من الجدول السابق يبين المشكلة من وجهة نظر المنشأة ب ، ولما كان أى ربح يتم تحقيقه بواسطة المنشأة ا يكون على حساب المنشأة ب ، فإننا يمكن تحديد أحسن تصرف للمنشأة ب وذلك فى ضوء تحـــديد التصرف الذى يحقق أقل الأرباح minimum profit للمنشأة ا

فإذا قامت المنشأة ا ببرنامج دعاية عادى فإن من مصلحة المنشأة ب أن تقوم ببرنامج دعاية مركز وبالتالى سوف تقوم بتخفيض أرباح المنشأة ا إلى ٣٠٫٠٠٠ ج . وإذا قامت المنشأة ا ببرنامج دعاية مركز فإنه من مصلحة المنشأة ب أن تقوم ببرنامج دعاية مركز .

وبالتالى نجد أن أحسن قرار للمنشاة ا هو أن تقوم ببرنامج دعاية مركز فى مواجهة أى قرار أو تصرف تقوم به المنشاة ب .

وأيضاً من مصلحة المنشاة ب أن تقوم ببرنامج دعايه مركز بصرف النظر عن برنامج الدعاية الخاص بالمنشاة ا . وذلك القرار سوف يؤدى إلى تحقيق ٢٥٫٠٠٠ ج أرباح للمنشاة ا .

ويسمى هذا النوع من القرارات بالقرارات المتوازنة

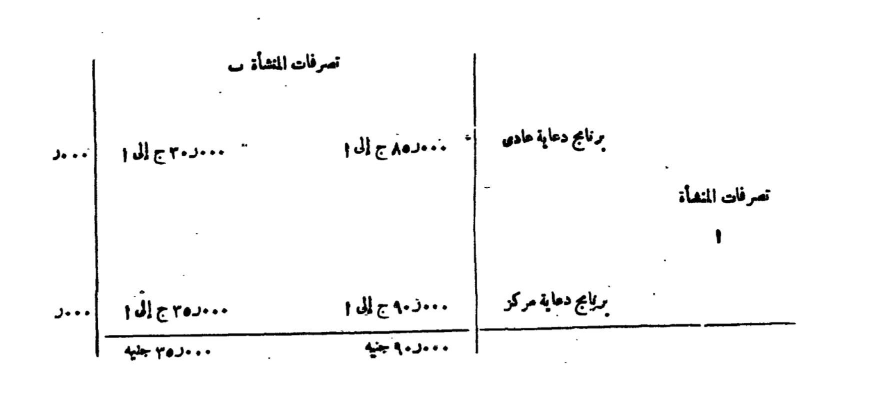
"epuilibrium Solutions"

وذلك لأنه قرار ثابت Stable ، بمعنى آخر أن هذا القرار يواجه أى تصرف تقوم به المنشاة الأخرى وبالتالى لا يحدث تعديل فى القرار لمواجهة تصرف المنشاة الأخرى . فمثلا بالنسبة للمنشاة ا فى مواجهة الدعاية المركزة من جانب المنشاة ب فإنه لا يوجد أى مكسب no gain للمنشاة ا أن تقوم ببرنامج دعايه عادى . وأيضاً بالنسبة للمنشاة ب فى مواجهه الدعايه

المركزة من جانب المنشأة (فإنه لايوجد أى مكسب للمنشأة ب أن تقوم ببرنامج دعاية عادى .

ثانياً : إجراءات تطبيق أسلوب المباريات .

يمكن تنظيم الشرح السابق ذكره أعلاه فى شكل مجموعة من الإجراءات لحل مشكلة الدعاية كما يلى فى الجدول التالى :



تصرفات المنشأة ا		تصرفات المنشأة ب		
	برنامج دعاية عادى	٨٥ر٠٠٠ ج إلى ا	٣٠ر٠٠٠ ج إلى ا	٠٠٠ر
	برنامج دعاية مركز	٩٠ر٠٠٠ ج إلى ا	٣٥ر٠٠٠ ج إلى ا	٠٠٠ر
		٩٠ر٠٠٠ جنيه	٣٥ر٠٠٠ جنيه	

لكل صف Row يتم اختيار الحد الأدنى للربح ويتم تسجيله فى نهاية الجدول كما هو مبين . فبالنسبة للمنشأة ا تم اختيار أسوأ Worst ناتج يمكن أن يحدث من التصرفات الممكنة ، ونجد أن ذلك هو ٣٠,٠٠٠ جنيه فى حالة قيامها ببرنامج دعاية عادى و ٣٥,٠٠٠ جنيه فى حالة قيامها ببرنامج دعايه مركز .

وبالنسبة لأقصى الأرباح الممكن الحصول عليها يتم تعريفها فى أسفل الجدول كما هو مبين .

ومن الصفوف والأعمدة يمكن معرفة أحسن وأســوأ الحلول لكل من المنشأتين . ولما كان تحقيق ربح لأى من المنشأتين يكون على حساب الأخرى

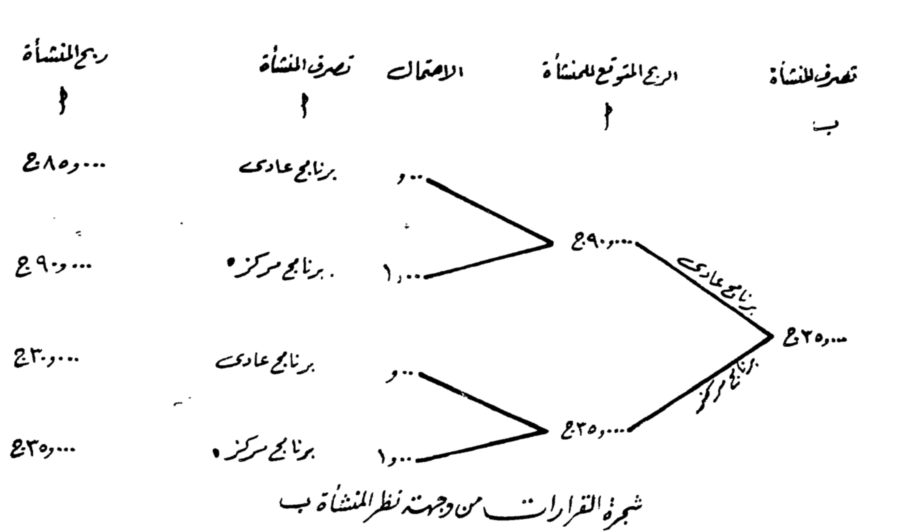
at the Epense of the other

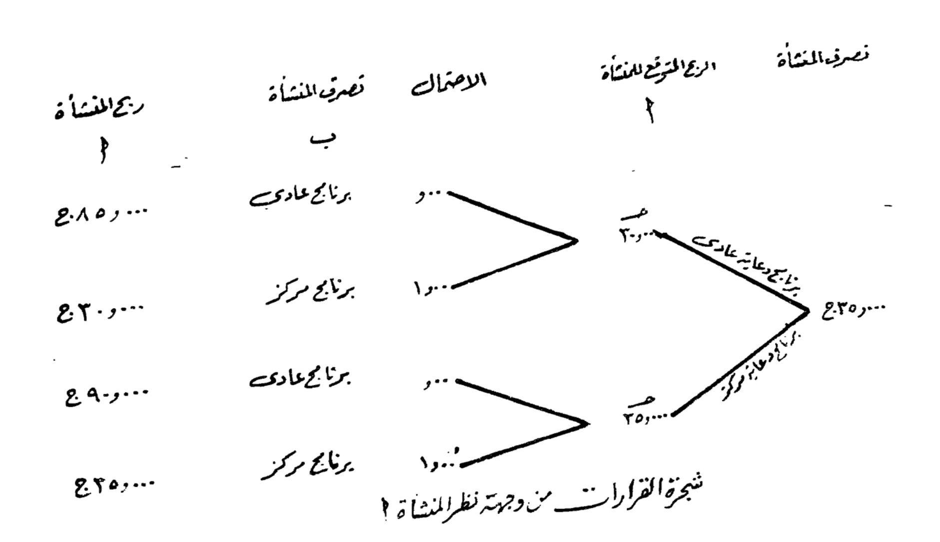
فإن أحسن حل لمنشأة ما يكون أسوأ حل الأخرى وهكذا .

إذا قامت المنشأة ب برنامج دعاية عادى ، فإن أقصى ربح يتحقق للمنشأة ا عبارة عن ٩٠,٠٠٠ جنيه ، وإذا قامت ببرنامج دعاية مركز فإن أقصى ربح المنشأة ا عبارة عن ٣٥,٠٠٠ جنيه ، وبالتالى فإن من وجهه نظر المنشأة ب يكون الحل المناسب لها هو ذلك الذى يحقق للمنشأة ا أقل ربح ممكن وهو تحقيق ربح قدره ٣٥,٠٠٠ جنيه .

والجدول السابق يبين ذلك الحل . فى الطرف الأيسر للجدول تم وضع أقل القيم فى كل صف Row Minimums فى الصف الأول تم وضع أقل قيمة وهى ٣٠,٠٠٠ جنيه وكذلك فى الصف الثانى تم وضع أقل قيمة فى هذا الصف وهى ٣٥,٠٠٠ جنيه . أما فى أسفل الجـــدول فقد تم وضع أكبر القيم فى كل عمود Column Maximums فى العمود الأول تم وضع أكبر القيم فى هـذا العمود وهى ٣٥,٠٠٠ جنيه .

ويمكن بيان ذلك باستخدام شجرة القرارات كما يلى :


شجرة القرارات من وجهة نظر المنشأة ب



شجرة القرارات من وجهة نظر المنشأة أ

ولما كان فى التحليل السابق قد تم إفتراض أن المنشأة ا ترى أنه من صالح المنشأة ب أن تقوم ببرنامج دعاية مركز فإنه تم تخصيص احتمال ١,٠٠ لذلك الحدث ، نتيجة ذلك فإن التصرف الأمثل للمنشأة ا هو أن تقوم ببرنامج دعاية مركز ، ذلك سوف يحقق أرباح قدرها ٣٥,٠٠٠ ج .

وأيضا بالنسبه للمنشأة ب فإن الاحتمال عبارة عن واحد صحيح (١,٠٠) أن المنشأة ا سوف تقوم ببرنامج دعاية مركز . وبالتالى فإن أحسن حل للمنشأه ب هو أن تقوم ببرنامج دعاية مركز . أى بمعنى آخر ذلك التصرف الذى يحقق المنشأة أقل أرباح ممكنة .

استخدام نموذج المباريات فى تحليل مشاكل العلاقات العمالية :

مما لاشك فيه أن عملية المساومة بين الادارة والعمال تكون معقدة جـداً وبالتالى فإن استخدام أسلوب المباريات فى بيان كيفية التعامل مع هذا النوع من المشاكل يحتاج إلى وضع يحقق الشروط التى تجعل هذه المشاكل بسيطة .

ولنفرض أن إحـدى المنشآت أمامها أسلوبين يمكن أتباع أيهما فى عملية المساومه بين الادارة والعمال بخصوص زيادة الأجور .

(ا) أن تتبع الادارة أسلوب متواضع Moderate فى مساومتها مع العمال بخصوص الأجور .

(ب) أن تتبع الادارة أسلوب متشدد Hard فى مساومتهـا مع العمال بخصوص الأجور .

فى نفس الوقت نجد أن نقابة العمال يمكنها إتباع أى من الاستراتيجيتين أمام الادارة فى عملية المساومة بخصوص الأجور .

وبالتالى يمكن تصوير ذلك فى الجدول الآتى :

تصرف الادارة	تصرفات النقابة: أتباع أسلوب متواضع	أتباع أسلوب متشدد	
أن تأخذ أسلوب متواضع فى المساومة	١,٢٠ ج	٫٨٠ ج	جنيه ١,٢٠
أن تأخذ أسلوب متشدد فى المساومة	٫٦٠ ج	١,٠٠ ج	جنيه ١,٠٠
	٫٦٠ ج	٫٨٠ ج	

فن وجهه نظر الادارة نجد :

١ — الزيادة فى الاجر عبارة عن ١٫٢٠ جنيه إذا قامت باتباع أسلوب متواضع فى المساومة .

٢ — الزيادة فى الأجر عبارة عن ١٫٠٠ جنيه إذا قامت بإتباع أسلوب متشدد فى المساومة .

ومن وجهة نظر النقابة نجـد :

١ — ستحصل على زيادة قـدرها ٠٫٦٠ جنية إذا قامت بإتباع أسلوب متواضع فى المساومة .

٢ — ستحصل على زيادة قدرها ٠٫٨٠ جنيه إذا قامت باتباع أسلوب متشدد فى المساومة .

وبالتالى فإن أحسن حل لكل من الادارة والنقابة أن يقوما باتباع أسلوب متشدد فى عملية المساومة . غير أن أقل قيمة فى الصف الاخير فى الجـدول (١٫٠٠ جنيه) لاتساوى أكبر قيمة فى الصف الأخير فى الجدول (٠٫٨٠ جنيه).

هذا يعنى أنه من مصلحة كل من أعضاء الفريق – فى ضوء تصرف الآخر – أن يتصرف تصرفاً مختلفاً عن الذى تم تحديده بواسطه الجـدول ففى مواجهة قيام النقابة باتباع أسلوب متشدد فى المساومة ، أن تقوم المنشأة باتباع أسلوب متواضع (بدلا من الأسلوب المتشدد) . وبالتالى ستزداد الأجور فقط بمقدار ٠٫٨٠ جنيه بدلا من ١٫٠٠ جنيه .

غير أن اذا قامت المنشأة بإتباع أسلوب متواضع فإن النقابة قد تجد أنه من الافيد لها أتباع أسلوب متواضع . وذلك قد يشجع المنشأة أن تغير من خطتها ثم تتبع أسلوب متشدد ، مما يحمل النقابة أن تغير خطتها أيضا وتتبع أسلوب متشدد .

كيف يمكن الخروج من هذه المشكلة ؟

يمكن حل هذا النوع من المشاكل التى لا يوجد فيها الحلول المتوازنة وذلك باستخدام المفاهيم الآتية :

١ — الخليط الاحتمالى Probability mixtre

٢ — الاستراتيجيات الأساسية Pure Strategies

والاستراتيجيات الأساسية هى عبارة عن تلك الحلول أو القرارات التى يأخذها فى الحسبان أعضاء الفريق .

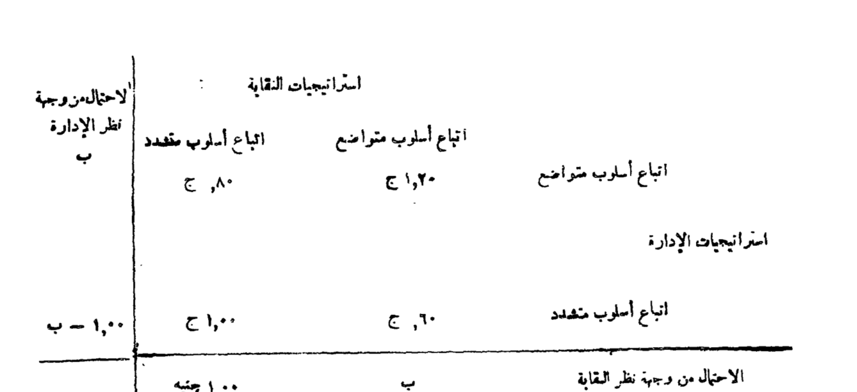
والخليط الاحتمالى للاستراتيجيات الأساسية ويسمى فى بعض الأحيان خليط الاستراتيجية Mixed Stratagy . عبارة عن مجموعة من الاستراتيجيات التى يتم اختيارها بناء على مجموعة من الاحتمالات .

تحديد أحسن خلطة من الاستراتيجيات لكل من الأطراف

The best Mxture of Strategies for Each Party

حينما نجد أن تحليل المشكلة يؤدى إلى الحصول على موقف فيه لا تتساوى أقل قيمة فى العمود الأخير من الجدول Minimax مع أكبر قيمة فى الصف الأخير من الجدول Maximax (بمعنى آخر لم نحصل على حل متوازن An Epuilibrium Soution) فإن الأمر يتطلب الحصول على حل متوازن أن نعتمد على مفهوم الخليط الاحتمالى للاستراتيجيات لكل طرف من أطراف المباراة .

بمعنى آخر أن عملية اختيار استراتيجية معينة بواسطة أى طرف من أطراف المباراة تتم طبقاً لتخصيص قيمة احتمالية لكل من الاستراتيجيات الممكن اتباعها بواسطة أى طرف من الأطراف . يتم ذلك كما هو موضح فى الجدول الآتى :



استراتيجيات الإدارة	استراتيجيات النقابة: اتباع أسلوب متواضع	استراتيجيات النقابة: اتباع أسلوب متشدد	الاحتمال من وجهة نظر الإدارة
اتباع أسلوب متواضع	١,٢٠ ج	,٨٠ ج	ب
اتباع أسلوب متشدد	,٦٠ ج	١,٠٠ ج	١,٠٠ – ب
الاحتمال من وجهة نظر النقابة	ب	١,٠٠ جنيه	

يشير الحرف ب فى الصف الأول من الجدول إلى مقدار الاحتمال الخاص بقيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع لحل المشكلة مع النقابة . ولما كان لا يوجد إلا استراتيجية أخرى يمكن إتباعها فى المساومة (إتباع أسلوب متشدد) فإن احتمال أن تتبع الإدارة أسلوب متشدد عبارة عن :ـ

(١,٠٠ — ب)

حـــل المشكلة من وجهة نظر الإدارة :

أولا : مقدار الزيادة فى الأجور فى حالة :

ا ــ قيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع

وب ــ قيام النقابة باتباع أسلوب متواضع

ثانياً : مقدار الزيادة فى الأجور فى حالة :

ا ــ قيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع

وب ــ قيام النقابه باتباع أسلوب متشدد

الحـــالة الأولى

مقدار الزيادة فى الأجور =

١,٢٠ ب + ٫٦٠ (١,٠٠ — ب)   (١)

الحـــالة الثانية

مقدار الزيادة فى الأجور =

٫٨٠ ب + ١٫٠٠ (١,٠٠ — ب)   (٢)

ولما كان الحل المتوازن Epuilibriln Solution يمكن الحصول عليه وذلك إذا كان مقدار الزيادة فى الأجور فى الحالة الأولى متساوياً مع مقدار الزيادة فى الأجور فى الحالة الثانيه فإن الأمر يتطلب إذن أن نجعل المعادلتين (١)، (٢) متساويين كما يلى :

١,٢٠ + ,٦٠ (١,٠٠ − ب) = ,٨٠ ب + ١,٠٠ (١,٠٠ − ب)

١,٢٠ ب + ,٦٠ − ,٦٠ ب = ,٨٠ ب + ١,٠٠ − ب

,٦٠ ب + ,٦٠ = − ,٢٠ ب + ١,٠٠

,٨٠ ب = ,٤٠

ب = ,٥٠

وبالتالى فإن :

احتمال أن تقوم المنشاة باتباع أسلوب متواضع = ,٥٠

احتمال أن تقوم المنشاة باتباع أسلوب متشدد = ١,٠٠ − ,٥٠ = ,٥٠

وبالتالى يمكن عن طريق جدول الأعداد العشوائية تخصيص مثلا الأعداد من ١ إلى ٥٠ وذلك لتعبر عن أتباع الأسلوب المتواضع والأعداد من ٥١ إلى ١٠٠ وذلك لتعبر عن إتباع الأسلوب المتشدد . ويمكن استخدام جدول للاعداد العشوائية كما يلى :—

جدول الأعداد العشوائية

٧٦٩٢	٩٦٠٠	٣٥٠٩	٥٩١٥	٦٨٦١	٢١٤٤
٥٩٥٥	٢٨٣٥	٣٦٠٧	٩٦٠٨	٩١٦٠	٢٤١٦
٣٩١٦	٦١٨١	٨٧٦٣	٨٩٣٤	٨٣٨٠	١٧٣٩
٦٥٦٢	٦١٩٩	١٦٩٦	٨٨٧٢	٧٣٨٥	٣١٣١
٨٢٣١	٣٦١٣	٠٥١٨	٣٩٦٥	٤٥٨٣	٦٨٨٥
١١٠١	٢٠٦٣	٤٤٠٤	٥٣٥٩	٢٥٩٦	١٦٩٤
٧٦٩١	١٧٢٤	٤٥٩٤	٥١٦٦	٥١٤٧	٧٩٥٨
٧٠٨٢	٢٧٤٥	٢٣٥٣	٣٦٢٧	٠٩٩٣	٧٣١٤
٦٤٥٦	٦٥٢٧	١٧٩١	٦٧٢٦	١٣٩١	٥٤٢٢
٧٤٠٩	٨٨٧٨	٩٢٤١	٢٠٢٥	٤٠٩٢	٨٢٧٧

فإذا قررنا أن نختار العددين الأولين من الرقم الأول فى الركن الشمالى لجدول الأعداد العشوائية نجده ٩٢ وهذا يشير طبقاً لما تقدم قيام المنشأة باتباع أسلوب متشدد فى المساومة . من الطبيعى أن النقابة لا تعرف مقدماً نوايا الإدارة .

حـــل المشكلة من وجهة نظر النقابة :

أولا : مقدار الزيادة فى الأجور فى حالة :

ا — قيام النقابه باتباع أسلوب متواضع

وب — قيام المنشأة باتباع أسلوب متواضع

ثانياً : مقدار الزيادة فى الأجور فى حالة :

ا — قيام النقابة باتباع أسلوب متواضع

و ب — قيام المنشأة باتباع أسلوب متشدد

الحالة الأولى

مقدار الزيادة فى الأجور = ١,٢٠ ب + ٫٨٠ (١,٠٠ — ب)

الحالة الثانية

مقدار الزيادة فى الأجور = ٫٦٠ ب + ١,٠٠ (١,٧٠ — ب)

وللحصول على الحل المتوازن نقوم بما يلى :

٫٨٠ + ١,٢٤ ب + ٫٨٠ ب = ٫٦٠ ب + ١,٠٠ — ب

٫٤٠ ب + ٫٨٠ = ١,٠٠ ب — ٫٤٠ ب

٫٨٠ ب = ٫٢٠

احتمال أن تقوم النقابة باتباع أسلوب متواضع = ٫٢٥

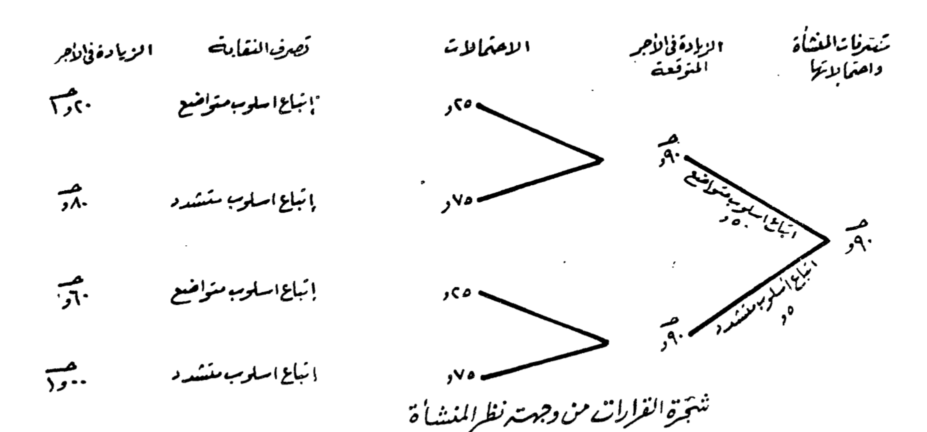
احتمال أن تقوم النقابة باتباع أسلوب متشدد = ١,٠٠ — ٫٢٥ = ٫٧٥

ولكى تقوم النقابه باختيار استراتيجية فإنها تستخدم أيضا جدول الأعداد العشوائية كما يلى :

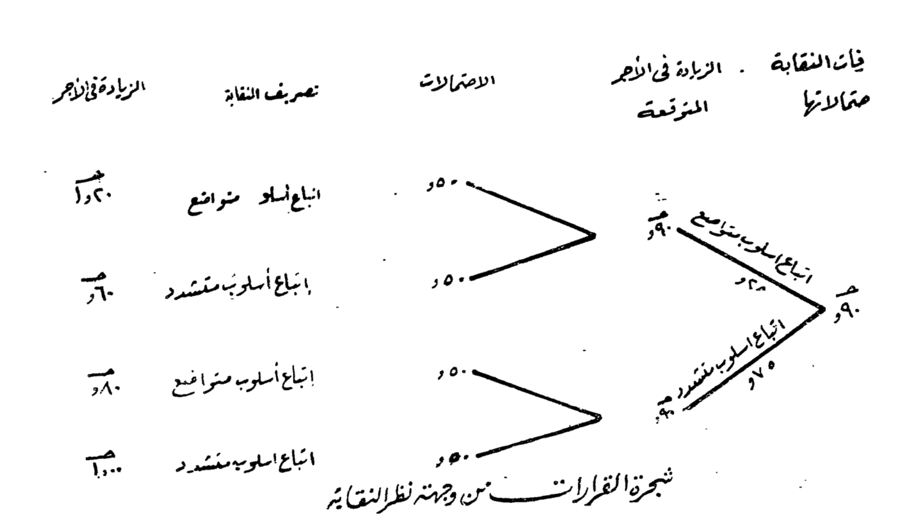
١ — تخصيص الأعداد من ١ إلى ٢٥ لكى تعبر عن قيام النقابة باتباع أسلوب متواضع .

٢ — تخصيص الأعداد من ٢٦ إلى ١٠٠ لكى تعبر عن قيام النقابة باتباع أسلوب متشدد .

ولنفرض أن النقابة قامت باختيار الرقم العشوائى الذى يقع فى أقصى الركن الشمالى فى الجزء الأسفل للجدول وهو ٨٤٩٩ ثم تختار أول عـــددين فى هذا الرقم وهما ٩٩ وهذا يشير إلى أن النقابة ستختار اتباع أسلوب متشدد فى عملية المصارمة مع الإدارة . وبالتالى ستكون الزيادة فى للأجـــور عبارة عن ١,٠٠ ج كما هو مبين فى الجدول السابق . ويمكن توضيح ذلك على شجرة القرارات كما يلى :



شجرة القرارات من وجهة نظر المنشأة



شجرة القرارات من وجهة نظر النقابة

تطبيقـــات

تطبيق رقم ١ :

يقوم بإنتاج الأغلبية المحفوظة في إحدى الأسواق شركتين منفصلتين من ناحيتي الملكية والإدارة ويتنافسان مع بعضهما في سبيل تصريف منتجاتهما التي تكاد تكون متطابقة في كل شيء . تفكر الشركتين في تطوير عبوات منتجاتهما كسياسة تسويقية لتوطيد المركز السوقي لها . وأمام كل شركة سياستين للعبوة :

(أ) تصميم عبوات غير عادية ومكلفة كثيراً للمنشأة .

(ب) تصميم عبوة عادية وغير مكلفة كثيراً للمنشأة .

ولنفرض أن الأرباح من وجهة نظر المنشأة أ كما يلي :

أولا : حالة السوق جيدة :

	تصرفات المنشأة ب	
	عبوة عادية	عبوة غير عادية
عبوة عادية	٢٥,٠٠٠ ج	(١٠,٠٠٠) ج
تصرفات المنشأة أ		
عبوة غير عادية	٤٠,٠٠٠ ج	(٥,٠٠٠) ج

ثانياً : حالة السوق سيئة :

	تصرفات المنشأة ب	
تصرفات المنشأة أ	عبوة عادية	عبوة غير عاديه
عبوة عادية	١٥,٠٠٠ ج	(١٥,٠٠٠) ج
عبوة غير عادية	٢٠,٠٠٠ ج	(٢٠,٠٠٠) ج

فإذا كان احتمال أن يكون السوق جيد عبارة عن ٠,٧٠ (وطبعاً أن يكون ردىء سيكون ٠,٣٠) ، ماهو أحسن قرار تتخذه المنشأة أ إذا كان معلوماً مقدماً أن المنشأة ب سوف تقوم بإعداد عبوة عادية .

تطبيق رقم ٢ :

هل يتغير قرار المنشأة أ إذا كان معلوماً مقدماً لها أن المنشأة ب سوف تقوم بإعداد عبوة غير عادية لمنتجاتها .

تطبيق رقم ٢ :

بفرض أن تصرفات المنشأة ب غير معروفة مقدماً ، وقامت المنشأة أ بتقدير احتمال أن تقوم المنشأة ب بإنتاج عبوات غير عادية عبارة عن ٠,٦٠ فاذا سيكون أحسن قرار للمنشأة أ .

تطبيق رقم ٤ :

لنفرض أن حالة السوق جيدة ولكن غير معلوماً مقدماً لأى من الشركتين نوايا الأخرى فكيف يمكن باستخدام أسلوب المباريات معالجة هذه المشكلة .

رقم ٥ :

لنفرض أن حالة السوق سيئة وأيضاً غير معلوماً مقدماً لأى من الشركتين زوايا الأخرى فكيف يكون باستخدام أسلوب المباريات معالجة هذه المشكلة .

تطبيق رقم ٦ :

لنفرض فى حالة المساومة بين النقابة والإدارة قد حصلت على البيانات الآتية المعطاة فى الجدول الآتى :

		تصرفات النقابة	
		إتباع أسلوب متواضع	إتباع أسلوب متشدد
تصرفات الإدارة	إتباع أسلوب متواضع	١,٢٠ ج	,٦٠ ج
	إتباع أسلوب متشدد	,٨٠ ج	١,٠٠ ج

ما هو أحسن استراتيجية للمنشأة

تطبيق رقم ٧ :

ما هو أحسن استراتيجية للنقابة .

تطبيق رقم ٨ :

مستخدماً الاحتمالات التى حصلت عليها فى معالجة المشكلتين ٦ ، ٧ أعلاه

كيف يمكنك بناء شجرة قرارات للمنشأة بخصوص حل مشكلة المساومة مع العمال على زيادة الأجور .

تطبيق رقم ٩ :

مستخدماً الاحتمالات التى حصلت عليها فى معالجة المشكلتين ٦ ، ٧ أعلاه كيف يمكنك بناء شجرة قرارات النقابة بخصوص حل مشكلة المساومة مع الإدارة على زيادة الأجور .

الباب الثامن : تحليـــــل النظم



الباب الثامن

تحليـــــل النظم

Systems Analysis

مقدمة فى تحليـل النظم :

يمكن النظر إلى المنظمات البشرية على أنها مجموعة من النظم المتداخلة فى شكل شبكة network يتم تصميمها لكى تحقق الأنشطة الحيوية واللازمه لبقاء واستمرار الوجود الإنسانى . ولما كنا نعيش فى عالم متغير ومتجدد باستمرار فإن هناك حاجة باستمرار إلى تطوير وتنمية النظم التى تقوم بتحقيق أهدافنا . فمثلا منظماتنا الرسمية سواء كانت حكومية أو منظمات أعمال أو مستشفيات . . الخ ، فإنها تحتاج إلى نظم وإجراءات وذلك لكى ترشد التصرف والتنفيذ اليومى للأعمال اليومية . باختصار شديد نستطيع أن نقول أننا نعيش فى عالم النظام سواء كانت هذه النظام بيولوجية أو أنها من صنع الإنسان .

ويلاحظ أن هناك عديد من الموارد يتم تعبئتها وذلك لضمان التشغيل الفعال لنظام معين . ويمكن القول أن أهم هذه الموارد يكون العنصر البشرى ، إن الإنسان هو الذى يقوم بتشغيل Operate النظام وأيضاً هو الذى يستخدم منتجات النظام Output وبالتالى إن لم يحصل النظام على تأييد Support ومعاونة من مستخدميه فان فشله أمراً محققاً .

تعد عملية تشغيل البيانات الكترونياً Electronic Data Processiug أو ما يطلق عليها الآن باختصار EDP إحدى الموارد الهامة للنظم . غير أنه بالرغم من ذلك لم تصل هذه العملية إلى الكمال بعد . فان كثيراً من المنظمات قد فشلت فى الاستفادة من هذا المورد الهام وذلك بسبب سوء استخدام هذه المعدات

وليس بسبب هذه المعدات نفسها ، فمثلا أسباب ذلك هو العنصر البشرى الذى يحدد استخدامات هذه المعدات والمجال الذى تستخدم فيه .

يعد كل مدير مسئولا عن مجموعة من النظم وذلك لكى يحقق أهدافه وفى داخل كل نظام يوجد مجموعة من الإجراءات وذلك لكى ترشد المرءوسين وتوجه جهودهم وذلك لتحقيق الأهداف .

ويلاحظ أن النظم والإجراءات فى أى منظمة يتم بناؤهما على مجموعة من الحقائق ، الآراء ، الأفكار المتعلقة بأهداف المنظمة .

تعريف النظم والإجراءات :

يمكن تعريف النظام بأنه شبكة من الإجراءات المتداخلة والمترابطة لكى تحقق نشاط معين .

A network of Interrelated procedures that are Joined together to perfom an activily.

أما الإجراء فانه مجموعة من الخطوات Step by step المحددة بشكل واضح التعليمات التى تشرح ما يلى :

١ ـ ماذا يجب تأديته .

٢ ـ من يؤديه .

٣ ـ متى يجب تأديته .

٤ ـ كيف يتم تأديته .

٥ ـ أين يتم تأديته .

وعادة يمكن تقسيم النظم إلى مجموعتين :

(١) النظام المغلق : وهو النظام الذى يحتوى على أجهزة رقابية أو أجهزة توجيه وذلك لتوجيه عملياته وتعديلها طبقاً لبيانات يحصل عليها من ذات النظام . يمكن تشبيه هذا النوع من الأنظمة بأجهزة التكييف التى تعدل من نظام تشغيلها طبقاً لتغير درجة حرارة الحجرات .

(ب) النظام المفتوح : وهو ذلك النظام الذى لا يعدل من عملياته ذاتيا ، وإنما يجب باستمرار أن يخضع لإشراف العنصر البشرى ، ويمكن تشبيه هذا النوع من النظم بالمدفأة التى تقوم بتشغيلها عندما تكون الحجرة باردة ثم نقوم بوقف تشغيلها عندما تصبح الحجرة دافئة وهكذا .

ويلاحظ أن كلا من النظامين يمكن تشغيلهما فى ظروف مختلفة ، فمثلا النظام المغلق يمكن تشغيله فقط فى الظروف والأحوال التى لا تحتاج إلى الحكم الشخصى أو حسن التصرف عند الشخص Judgment, discretion وبالتالى فإن جهاز الكترونى يستطيع القيام بعمليات الرقابة والتعديل والتوجيه ، أما فى الأحوال التى تتطلب human sense أو Appreciation من الأفراد وبالتالى فإن الظروف غير موضوعية Highly Subjective فإنه لا مناص من استخدام النظام المفتوح الذى يسمح بإمكانية توجيهه بواسطة الأفراد .

تعريف تحليل النظم :

إن مدخل تحليل النظم يختلف عن المدخل الخاص بالتجربة والخطأ ، ففى مدخل تحليل النظام يتم تحديد جميع المؤثرات والمحددات Constraints وأيضاً تقييمها وذلك عند جميع نقط القرارات المختلفة Decision points فى النظام ، ويمكن تعريف نقطة اتخاذ القرار بأنها تلك الأنشطة التى عندها إما شخص أو جهاز أوتوماتيكى يجب أن يستجيب لمجموعة من البيانات وبناء على ذلك يتخذ قرار ، فمثلا فى جهاز التكييف الترموستات thermostate نقطة القرار التى عندها إما يعمل على تشغيل الجهاز أو توقفه وذلك فى ضوء البيانات التى يتم إرسالها إليه عن درجة حرارة الجو فى الحجرة ، أما فى حالة المدفأة فإن الفرد هو الذى يقوم بتشغيلها أو تقليل سرعتها أو توقفها وذلك فى ضوء إحساسه الشخصى بدرجة حرارة الجو .

محلل النظم The Systems Analyst :

يختص محلل النظم بطرق الأداء is a methods person الذى يبدأ بمشكلة معقدة يقوم بتحليلها وتحديد الحلول الممكنة ، ويستطيع محلل النظم عمل ما يلى :

ـ وضع أنظمة وذلك لتحقيق أهداف معينة .

ـ تقييم نظام معين واقتراح بديل له .

ويهتم محلل النظم بما يلي :

١ ـ تحديد أهداف النظام .

٢ ـ تحديد مجال Scope النظام .

٣ ـ تحديد المعلومات التي يعمل بها النظام .

٤ ـ تحديد ما يقوم به الأفراد .

٥ ـ تحديد المعدات ، النماذج . . الخ ، التي يتم استخدامها في النظام .

٦ ـ تحديد المسئوليات المخصصة لكل قسم من أقسام النظام .

ويستطيع محلل النظم أن يؤدي وظائفه يدوياً أو باستخدام الكمبيوتر .

العلاقة بين قسم النظم والأقسام الأخرى في المنظمة :

قد يكون قسم النظم منفصلا عن الأقسام الأخرى للمنظمة أو قد يكون مدمجاً في واحد منها عادة ما يكون قسم الكمبيوتر ، وفي جميع الأحوال فإن العاملين في قسم النظم يقومون بتأدية خدمات لجميع العاملين في الأقسام الأخرى المنظمة . إن واجباتهم تقديم النصح والمشورة والمساعدة وليس التوجيه .

وظائف قسم النظم :

تعد الوظيفة الرئيسية لقسم النظم هو تصميم النظم ، ولكن لكي يستطيع تأدية هذه الوظيفة الهامة فإنه يجب أن يكون له تأثير ونفوذ قوي في المجالات الآتية

ـ تصميم النماذج والمستندات .

ـ تصميم ووضع الإجراءات .

ـ إدارة الملفات والسجلات .

ـ الرقابة على التقارير .

ـ التنظيم الداخلي للمكاتب .

ـ دراسات تبسيط العمل .

مراحل وضع وتصميم النظام :

١ - تحديد المشكلة .

٢ - وضع إطار Out line لدراسة النظام .

٣ - جمع معلومات مبدئية عن المجالات التى يجب دراستها .

٤ - تفهم المداخل بين المجالات الواجب دراستها .

٥ - تفهم النظام الحالى .

٦ - تحديد احتياجات النظام الجديد .

٧ - تصميم النظام الجديد .

٨ - إعداد مقارنات التكاليف .

٩ - بيع النظام للإدارة .

١٠ - تطبيق النظام ، متابعته ، وإعادة تقييمه .

أهداف تصميم النظام :

إن الهدف الرئيسى لأى نظام هو ضمان التنسيق بين مجهودات الإدارة نحو الهدف ، إن دراسات النظم لا تحتوى فقط على الدراسات البسيطة الخاصة بتبسيط العمل ودراسة العمل بل يجب أن تتعدى ذلك لتشمل فلسفة الإدارة ، الأهداف ، السياسات ، الاتصالات . وبالتالى فإن دراسة النظم تركز على التنسيق بين الأفراد ، المعدات ، الأموال ، الوقت وذلك لكى تحقق ما يلى :

١ - توصيل المعلومات للجهات التى تحتاجها .

٢ - تقليل عوامل عدم التأكد .

٣ - زيادة طاقات الانتاج .

٤ - القدرة على أداء العمل المربح .

٥ - زيادة إنتاجية العمل ورأس المال .

٦ - تقليل التكاليف .

الخصائص المطلوب توافرها فى النظام :

يجب على النظام أن يعمل على إعداد الإدارة بالمعلومات المطلوبة ، بدرجة عالية من الدقة ، وفى الوقت المطلوب ، بأقل تكلفة . وهناك أيضاً مجموعة أخرى من الخصائص الواجب توافرها فى النظام الجيد وهى :

١ ـ وضع معايير estabishes standatds
٢ ـ تحديد المسئوليات للمجالات المختلفة للعمل .
٣ ـ تحديد نقط إتخاذ القرارات .
٤ ـ أن يكون واضحاً ومفهوماً .
٥ ـ تحديد معدلات الأداء .
٦ ـ تحديد نطاق التصرف .
٧ ـ أن يكون مرناً لكى يمكنه أن يتكيف طبقاً لأى تغير فى الظروف .

نطاق النظام :

يقصد بذلك مدى شمولية النظام وبالتالى هناك عدة أنواع من النظم كما يلى :

١ ـ النظام الذى يغطى كل المنظمة the entire organisation جميع الإدارات ، الوظائف . . الخ .
٢ ـ النظام الذى يغطى فقط إحدى إدارات المنظمة . « إدارة التسويق ، إدارة التمويل » .
٣ ـ النظام الذى يغطى فقط إحدى أقسام المنظمة داخل إحدى إداراتها .
٤ ـ النظام الذى يغطى إحدى الوظائف داخل إحدى الأقسام .
٥ ـ النظام الذى يغطى فقط مشكلة معينة متعلقة بإحدى الوظائف داخل المنظمة .

والشكل التالى يبين هذه الأنواع :

المنظمة ككل

اداره أ — اداره ب — اداره ج

قسم ب١ — قسم ب٢ — قسم ب٣

وظيفه ب٢ ل — وظيفه ب٢ ل١ — وظيفه ب٢ ل٢

مشكله ب٢ل١ع — مشكله ب٢ل١ع١ — مشكله ب٢ل١ع٢

مراحل تصميم النظام

أولا : تحديد وتعريف للشكلة :

يمكن القول أن تحديد واضح للمشكلة معناه الوصول إلى نصف الحل .

A Problem Defined is half Solved

• تعد هذه أول خطوة فى تصميم النظام ، والمطلوب طبعاً هو الوصول إلى المشكلة الحقيقية وليس إلى أعراضها . فمثلا قد يبدو أن المشكلة هى عدم وجود أماكن كافية للعاملين فى المنظمة . ولكن بالتحليل الدقيق قد يتبين أن المشكلة الحقيقية هى عدم وجود نظام للحفظ والتسجيل وأن عدم وجود الأماكن هو مجرد مظهر وأعراض للمشكلة .

ويمكن لمحلل النظم أن يحصل على معلومات عن المشكلة أو المشاكل الموجودة فى المنظمة من مصدرين هما :

(١) من خارج المنظمة :

- المستشارين الخارجيين .
- الاتحادات المهنية .
- الوكالات المحلية والدولية .
- وكالات الائتمان .
- المنظمات الأخرى فى المجتمع .
- مراقبى الحسابات .
- المنافسين .
- العملاء .
- الاتحادات العمالية .

(ب) من داخل المنظمة :

- القوائم المالية .
- الإدارة .
- المنظمات الغير رسمية
- التنظيم الرسمى
- العاملين .
- قسم النظم .
- الميزانية .

وعموماً فإن الوظيفة الرئيسية لقسم النظم ليس الانتظار لحين حدوث المشكلة وظهورها بل يجب أن يكون من الحساسية بمكان حتى يستطيع أن يتوقع المشاكل قبل ظهورها . فمثلا يجب أن يتابع التغيير فى الظروف الخارجية التى تعمل فيها المنظمة . ثم دراسة أثر ذلك على المنشأة وعملياتها واقتراح الحلول الممكنة فمثلا يمكن ملاحظة النواحى التالية وتحديد المشاكل التى قد تظهر .

- بطء فى نظام التشغيل .
- عدد كبير من العاملين مطلوب لأداء وظيفة معينة .
- عدد قليل أقل من اللازم يقوم بتأدية وظيفة معينة .
- إدخال نظم جديدة فى العمل .
- نظام جديد لا يعمل كما يجب .
- بعض المنتجات تكلفتها عالية .
- تغيرات أكثر من اللازم فى الانتاج .
- شكاوى من العملاء .
- شكاوى من الموردين .
- شكاوى من العاملين .

— تحقيق قدر ضئيل من الربح .
— تحقيق قدر ضئيل من المبيعات .
— معدلات دوران عمل مرتفعة .
— معدلات مرتفعة للتمارض .
— انخفاض الروح المعنوية للعاملين .
— معدلات أداء منخفضة .
— كثرة الأعطال .

ويمكن تحديد المشاكل عن طريق ما يلى :

١ — إجراء مناقشات مبدئيه مع الإدارة للتعرف على مجالات المشاكل .

٢ — دراسة الإجراءات المكتوبة ومحاولة التعرف على المشاكل المتعلقة بالإجراءات .

٣ — ملاحظة النظام الحالى .

٤ — إجراء مقابلات شخصية مع العاملين لمحاولة التعرف على المشاكل التنظيميه .

٥ — جمع معلومات أخرى وتقييم النتائج .

٦ — تحديد وتعريف المشكلة الحقيقية .

٧ — مناقشة ما توصل إليه مع الإدارة .

٨ — كتابة دقيقة للمشكلة أو المشاكل فى شكل تقرير .

خطوات تحديد وتعريف المشكلة :

للوصول إلى تحديد واضح ودقيق للمشكلة يجب المرور فى ثلاثة مراحل هى:

١ — تحديد الموضوع SubJect
٢ — تحديد النطاق Scope
٣ — تحديد الأهداف ObJectives

لنفرض أن محلل النظم استطاع أن يحدد أعراض Symptoms المشكلة ويرغب فى الوصول إلى تحديد دقيق للمشكلة وذلك بالمرور فى الثلاثة مراحل المذكورة أعلاه كما يلى :

أولا : تحديد الموضوع Define the Subject

الموضوع يشير إلى المجال الذى تقيم به المشكلة فمثلا قد يكون موضوع المشكلة هو « شكاوى العاملين » .

ثانياً : تحديد النطاق Define the Scope

فإذا تم تحديد الموضوع يكون الخطوة الثانية تحديد نطاق المشكلة وذلك مثلا الشكاوى المتعلقة بأجور العاملين .

ثالثا : تحديد الأهداف Define Objectives

والأهداف هى الأشياء التى نرغب فى تحقيقها ، وهنا يجب أن تكون الأهداف متوافقة مع النطاق والموضوع ، فمثلا فى مثالنا هذا قد تكون الأهداف « مراجعة طرق ونماذج ضبط الوقت من حيث الكفاية والدقة » .

الموضوع : شكاوى العاملين .

النطاق : المشاكل المتعلقة بشكاوى العاملين .

الأهداف : مراجعة طرق ضبط الوقت .

الموضوع : طول الوقت المستغرق لخدمة العميل .

النطاق : المشاكل المتعلقة بإجراءات خدمة العميل .

الأهداف : مراجعة النماذج المستخدمة .

حالة عملية :

تسلم محلل النظم لإحدى الشركات الكبرى التقرير التالى من الآنسة نورهان رئيسة قسم حسابات أوراق القبض بالشركة بخصوص إحدى المشاكل :

تقرير عن المشكلة

المشكلة :

بسبب ضيق المكان المخصص لمكاتب قسم حسابات أوراق القبض أصبح من المتعذر لموظفي القسم العمل خصوصاً أن ازدياد حجم العمل أدى إلى زيادة كبيرة في عدد الملفات الجديدة .

حوادث متعلقة بالمشكلة :

أصبح الوقت المستغرق في تأدية العمل طويلاً جداً حيث أن موظفي الحسابات لابد أن يقوموا بالبحث عن الملفات القديمة وذلك في حالة الرغبة في الرجوع إليها إذا كانت متعلقة بحسابات جديدة .

أسباب التبليغ عن هذه المشكلة :

إنخفاض الروح المعنوية وبالتالي انخفاض معدلات الأداء نتيجة للإزدحام الشديد في مكان العمل وعدم الثقة في نظام الملفات .

وفي اليوم التالي قام محلل النظم بمناقشة المشكلة مع الآنسة نورهان رئيسة قسم أوراق القبض وقد قررا أن يقوم محلل النظم بملاحظة سير العمل في القسم على الطبيعة .

بعد إجراء محادثات مع بعض العاملين في قسم حسابات القبض لاحظ محلل النظم بأن العاملين يقومون بالذهاب كثيراً لحجرة الملفات وقضاء وقت طويل في سبيل الحصول على المعلومات التي سيعملون عليها وبالتالي كثيراً ما تكون حجرة الملفات مزدحمة جداً بالموظفين .

وبناء على ذلك قام محلل النظم بتحديد المشكلة كما يلي :

١ — تحديد الموضوع : ضيق المكان المخصص للمكاتب .

٢ — تحديد المجال : ضيق المكان المخصص لمكاتب حسابات القبض .

٣ — تحديد الأهداف :

(ا) الحصول على مكان أوسع .

(ب) رفع الروح المعنوية للعاملين .

هل تعتقد أن محلل النظم قام فعلا بتحديد دقيق للمشكلة ؟
لـــماذا ؟

ثانياً : وضع إطار لدراســة النظام :

قبل البدء فى دراسة النظم لابد من وضع خطة تحتوى على النواحى الواجب دراستها وذلك لإمكانية تقدير الوقت والموارد المطلوبة لإجراء الدراسة . وبالطبع فإنه يسبق هذه المرحلة تحديد واضح للمشكلة وأيضا إتفاق كامل على المشكلة مع الإدارة .

وهناك مجموعة من المجالات يجب أن يأخذها محلل النظم فى الحسبان عند إعداد الإطار الخاص بالدراسة كما يلى :

١ — هيكل التنظيم Organisation Structure

— دراسة التنظيم الرسمى .

— دراسة التنظيم الغير رسمى .

٢ — المنتجات Products

— تحديد المنتجات التى تشملها الدراسة .

— هل المنشأة تسعى لتحقيق أكبر ربح .

— « « « للحصول على أكبر نصيب فى السوق Market Share .

— « « « النمو .

٣ — السوق Market

— كيف يحقق النظام أهداف المستهلكين .

— « « « « الرقابة الداخلية المنظمة .

٤ — الاتصالات Communication

— تحديد خطوط الاتصالات فى المجالات موضع الدراسة .

— تحديد أسباب فشل الاتصالات .

— تحديد أسباب الصراع التنظيمى Organisational Conflict

٥ — المكان أو التنظيم الداخلى Space or layout

— تقييم المساحة المخصصة للعاملين ، المعدات إنسياب العمل Work-flow

٦ — الأشخاص Personnel

— تقييم وضع العمالة بالنسبة لمتطلبات النظام الجديد .

— تحديد مصادر العمالة الإضافية المطلوبة .

— تحديد مصادر إحلال العمالة الحالية .

٧ — التسهيلات المادية Physical Facilities

— المعدات ، المبانى ، وسائل الاتصالات .

— الصيانة .

٨ — الإجراءات Procedures

— مراجعة الإجراءات الحالية .

— ماذا ؟ ، من ؟ ، متى ؟ ، أين ؟ ، كيف ؟ .

٩ — السياسات Policies

— مراجعة سياسات الإدارة .

— السياسات الرئيسية .

— السياسات العامة .

— السياسات المحلية .

١٠ — السجلات Records

— مراجعة نظم الحفظ .

— مراجعة نظم الملفات .

— مراجعة نظم التخزين .

١١ — تشغيل البيانات Data processing

— هل يتم التنظيم حول نظام حالى لتشغيل البيانات .

— هل يتم التنظيم فى ضوء نظام جديد لتشغيل البيانات .

مثال لإطار دراسة النظم :

لنفرض أن محلل النظم يرغب فى تصميم نظام جديد لأوامر العملاء ، ولنفرض أيضا أن الدراسة ستشمل :

— فروع البيع .

— قسم الأوامر .

— قسم مراقبة الائتمان .

— قسم مراقبة الإنتاج .

وفيما يلى نموذج لإطار هذه الدراسة .

أولا : دراسة قسم الأوامر :

١ — مقابلة مع العاملين فى هذا القسم لجمع بيانات أساسية عن العمل موضع الدراسة ، وعن إرتباط هذا العمل مع مجالات العمل الأخرى فى المنظمة .

٢ — دراسة الاجراءات المكتوبة وملاحظة النظام الحالى .

٣ — دراسة السجلات .

٤ — تفهم النظام الحالى .

ثانياً : دراسة قسم مراقبة الائتمان :

١ — مقابلة مع العاملين فى هذا القسم لجمع بيانات أساسية عن عملية الائتمان وعن ارتباط وعلاقة هذا العمل مع مجالات العمل الأخرى فى المنظمة .

٢ — دراسه الإجراءات المكتوبة وملاحظة النظام الحالى .

٣ — دراسة السجلات .

٤ — تفهم النظام الحالى .

ثالثاً : دراسة قسم مراقبة الإنتاج :

١ — مقابلة مع العاملين فى قسم مراقبة الإنتاج لجمع بيانات أساسية عن عمل هذا القسم وعن ارتباط وعلاقه هذا القسم مع مجالات العمل الأخرى فى المنظمة .

٢ — دراسة الإجراءات المكتوبه التى يستخدمها قسم مراقبة الإنتاج لتحقيق أهدافه .

٣ — دراسة مجالات مراقبة الإنتاج .

٤ — تفهم النظام الحالى لمراقبة الإنتاج .

رابعاً : دراسة فروع مختلفة للبيع من مناطق جغرافية متنوعة .

١ — مقابلة مع العاملين فى فروع البيع لجمع بيانات أساسية عن مجالات عمل البيع وعلاقة ذلك بمجالات العمل الأخرى فى المنظمة .

٢ — دراسة الإجراءات المكتوبة التى يستخدمها فروع البيع فى تنفيذ الأعمال والمهام الموكولة إليهم .

٣ — دراسة سجلات فروع البيع .

٤ — تفهم النظام الحالى للبيع .

خامساً : دمج المعلومات التى تم الحصول عليها فى الخطوات السابقة وذلك لكى نصل إلى تفهم واضح لطبيعة النظام ككل .

سادساً : تحديد احتياجات النظام الجديد :

١ — دراسة الخطط طويلة الأجل .

٢ — تحديد النتائج Outputs ، المدخلات Inputs ، العمليات Operations الموارد Resources .

٤ — أخذ فى الحسبان الاحتياجات الحـــالية ، الاحتياجات المستقبلة ، الاحتياجات المفروضة على الإدارة .

٥ — تسجيل احتياجات النظام الجديد .

٦ — تحديد المحك أو العوامل التى بناء عليها يتم تقييم النظام الجديد .

سابعاً : تصميم النظام الجديد .

ثامناً : عمل مقارنات بين النظم ، كتابة التقرير النهائى ، تنفيذ النظام الجديد إذا رغبت الإدارة .

حالة عمليـة :

إستعانت الإدارة العليا لإحدى شركات الأدوية بأحد محللى النظم وذلك لمعاونتها فى حل مشكلة متعلقة بآخر مرحلة من مراحل الإنتاج وهو قسم التعبئة. لوحظ فى قسم التعبئة أن وقت التعبئة أكثر من اللازم وأن معدلات الكسر والتلف مرتفعة جداً نتيجة المناولة وازدحام القسم بالمنتجات .

ولـما كانت المشكلة تخص فقط قسم التعبئة فإن الإدارة طلبت من محلل النظم أن يركز دراسته فقط فى هذا القسم خصوصا أن جميع الأقسام الأخرى تعمل بدرجة عالية من الكفاية .

ولـما كانت المشكلة قد تم تحـــديدها فإن محلل النظم بدأ فى إعداد إطار لدراسته آخذاً فى الاعتبار المجالات الآتية :

١ - هيكل التنظيم الخاص بقسم التعبئة (رسمى وغير رسمى) .

٢ - المنتجات التى يتم تعبئتها .

٣ - أهداف التسويق .

٤ - الاتصالات داخل القسم .

٥ - المساحة المخصصة للقسم .

٦ - مقابلة مع العاملين .

٧ - التسهيلات المادية الخاصة بالقسم .

٨ - الإجراءات الحالية .

٩ - سياسات الإدارة .

١٠ - تشغيل البيانات .

وبعد دراسة دقيقة للمجالات السابقة قام محلل النظم بوضع الإطار التالى للدراسة :

أولا : دراسة قسم التعبئة :

(ا) عملية التعبئة والمناولة .

- دراسة أى إجراءات مكتوبة عن التعبئة والمناولة .

- مقابلة مع مشرف القسم ، العاملين .

- ملاحظة النظام الحالى .

- جمع بيانات ، أرقام ، حقائق . . . إلخ .

(ب) تأخير العمل فى القسم وزيادة معدلات التالف والكسر .

١ - ملاحظة المشكلة :

هل يصل العاملين فى الوقت المحدد للعمل ؟

عدد ساعات العمل الفعلية المستغلة في العمل ؟

هل الماكينات في حالة جيدة ؟

هل تصل مواد التعبئة في الوقت المطلوب فيه ؟

إلخ . . .

٢ — جمع بيانات عن المشكلة .

ثانيا : تقييم قسم التعبئة :

(ا) تفهم النظام الحالي .

(ب) تحديد إحتياجات القسم .

(حـ) تصميم نظام جديد أكثر كفاءة .

(ء) تقديم تقرير عن التكلفه والعائد بالنظام الجديد

ثالثا : إقناع الإدارة بالنظام الجديد .

(ا) تقرير كتابي .

(ب) تقرير شفهي .

(ب) التنفيـــذ .

رابعاً : تقديم جدول زمن لتنفيذ المشروع .

هل تعتقد أن محلل النظم أخذ في الحسبان كل المجالات الواجب أخذها في الحسبان لوضع الإطار ؟

هل تعتقد أن الإطار ، إطاراً سليما ؟

المطلوب : إعداد إطار لدراسه المشكله المحددة في قسم التعبئة .

ثالثا : جمع معلومات مبدئية عن المجالات تحت الدراسة :

بالرغم من أن المنظمات Organisations تتشابه في كثير من الخصائص

والمميزات إلا أنها أيضا تختلف فى بعض الخصائص والمميزات هذه الاختلافات هى التى تهم محلل النظم إذا أراد أن يتفهم طبيعة النظام الذى يقوم بتحليله . هذه المرحلة فى وضع النظام تهدف إلى جعل محلل النظم أكثر تفهما للحيوان الذى يتعامل معه . وبالتالى يمكنه من التحدث بنفس اللغة السائدة فى المنظمة وبالتالى لا يكون غريبا عن النظام الذى يقوم بتحليله وتفهمه ودراسته .

ويمكن تلخيص هذه المعلومات المبدئيه فيما يلى :

(١) معلومات عن الصناعة ، الشركة ، المجال تحت الدراسة .

الصناعة :

— منتجات وخدمات الصناعة

— نمو أو انكماش الصناعة .

— اتجاهات التكنولوجيا .

— مبيعات الصناعة وهوامش الربح .

— طبيعة الصناعة (إحتكارية ... إلخ) .

— تأثير المنافسة الأجنبية .

— تأثير الحكومه والنقابات .

— تأثير اتحادات الصناعة .

— حجم قوة المنشأة داخل الصناعة .

الشركة :

— إتجاهات الإدارة والعاملين .

— معدلات النمو .

— المنتجات الهامة بالنسبة لمستقبل الشركة .

— حجم المبيعات وهامش الربح .

— توسعات أو إنكماش حجم العمل الخاص بالشركة .

— هل هناك شركات تابعة .

— آثار المنافسه المحلية .

— طبيعة السوق (محتكر — وجود منافسة . . . إلخ) .

— أثر تكنولوجى على المنشأة .

— الأهداف الحالية والمستقبلة .

— الخطط طويلة الأجل .

<u>المجال تحت الدراسة :</u>

— إتجاهات العاملين تجاه الإدارة والنظام .

— الأهداف الحاليه والمستقبلة .

— السياسات والاجراءات الحالية والسابقة .

— زيادة أو تخفيض المخصصات الماليه .

— نمو أو تقلص حجم العمل .

— أهمية هذا المجال للمجالات الأخرى للشركة .

— مشاكل الروح المعنوية .

— مشاكل الصراع والخلاف بين هذا المجال والمجالات الأخرى .

— علاقة مدير هذا المجال بزملائه فى المجالات الأخرى ومرؤسيه .

— إتجاهات العاملين فى المجالات الأخرى العاملين فى هذا المجال .

(ب) المعلومات القانونية :

١ — النواحى القانونية التى تساعد الشركة ؟

— إعفاء ضريبى .

— رسوم جمركية منخفضه ، قوانين حماية جمركية .

— قوانين العمل .

٢ — النواحى القانونية التى تقيد نشاط الشركة ؟

— قيود التصدير .

— قوانين الأمن والأمان .

— قوانين تلوث البيئة .

— قوانين الأسعار .

٣ — النواحى القانونية المؤثرة فى الحفظ ، التسجيل ، السجلات .

(ح) التنظيم نفسه .

١ — التنظيم الرسمى .

٢ — التنظيم الغير رسمى .

(ى) سياسات الشركة .

حالة عملية :

تلقى مدير إدارة النظم بإحدى الشركات الكبرى تقرير عن وجود مشكلة فى قسم بحوث التسويق فى هذه الشركة . قام مدير النظم بتخصيص أحد محلل النظم لدراسة هذه المشكلة وتقديم تقرير .

قام محلل النظم بزيارة قسم بحوث التسويق وعلم بأن هناك مشاكل بين مدير قسم بحوث التسويق والعاملين فى هذا القسم وبناء على ذلك قام بدراسة تفصيلية لكل من التنظيم الرسمى وغير الرسمى لقسم بحوث التسويق . وبناء عليه لخص النتائج فى رفض العاملين لمدير القسم وإنشقاق القسم إلى مجموعات . ولكى يحصل محلل النظم على معلومات أكثر عن المشكلة قام باستطلاع إتجاهات العاملين فى الأقسام الأخرى نحو العاملين فى قسم بحوث التسويق . ولقد أيدت هذه المعلومات النتائج التى توصل إليها محلل النظم فيما سبق .

قام محلل النظم بكتابة تقرير إنتقادى لدور مدير قسم بحوث التسويق ووضع بعض التوصيات من بينها عمل إجتماعات بين مدير قسم بحوث التسويق

والعاملين فى القسم وذلك لمناقشة المشاكل الموجودة فى القسم ولكى يفهم المدير القسم العاملين معه وأيضاً يفهم العاملين مدير القسم .

هل تستطيع تحديد الأخطاء التى وقع فيها محلل النظم ؟

إذا كنت محلل النظم المسئول عن هذه المهمة ، ما هى البيانات المبدئية الواجب جمعها وذلك قبل السير فى مراحل إعداد النظام ؟

رابعاً : تفهم التداخل بين المجالات الواجب دراستها :

يمكن النظر للمنظمة بأنها نظام مفتوح An Open Systems يقوم بالاستيراد من البيئة مجموعة من المدخلات Inputs ثم يقوم بمجموعة من العمليات Processes وذلك لتحويل هذه المدخلات إلى مجموعة من المنتجات Outputs . وبالطبع فإن المدخلات والعمليات والمنتجات تختلف باختلاف طبيعة المنظمة .

بعد أن يجمع محلل النظم البيانات المبدئية عن المجالات تحت الدراسة فإنه يبدأ فى دراسة وفحص التداخل Interactions بين هذه المجالات .

مما لاشك فيه فإن المنظمة تتكون من أقسام ، كل قسم له هدف خاص وكل الأقسام تهدف إلى تحقيق الهدف العام للمنظمة وبالطبع فإن نجاح أى قسم معين فى تحقيق هدفه يتوقف على مساعدات الأقسام الاخرى ومن هنا ظهرت أهمية التنسيق بين الأقسام بحيث يتم التداخل والترابط بين الأقسام بأقل تكلفة ممكنة وبأسرع وقت ممكن ، فمثلا قد يكون نتائج Outputs أى قسم هى عبارة عن مدخلات Outputs لقسم آخر .

هنا نجد أن الوظيفة الرئيسية لمحلل النظم أن يكون قادراً على منع الانعزال الوظيفى Functional_Isolation لأى عضو من أعضاء المنظمة أو لأى قطاع من قطاعات المنظمة ، فإذا وجد أن هناك قطاع معين لا يخدم بقية القطاعات فى سبيل تحقيق أهداف المنظمة فإنه من المصلحة بتر هذا القطاع أو عمل تعديل جوهرى فى وظائفه .

ويلاحظ أن الانعزال الوظيفى قد يسبب مشاكل تنظيمية ، فمثلا قد يكتشف محلل النظم أن سبب تأخير تسليم الطلبيات للعملاء هو وجود الانعزال الوظيفى . الذى يتمثل فى رقابة دقيقة للجودة غير ضرورية ، وبالتالى الرقابة الزائدة عن اللزوم Too much تؤدى إلى عدم انسياب عادى للمنتجات وبالتالى تأخر تسليم الطلبيات للعملاء ، وقد يبحث محلل النظم هذه المشكلة فيجد أن سببها يكمن فى قصر نظر العاملين فى مراقبة الجودة . فقد يجد أن العاملين فى قسم مراقبة الجودة ينظرون فقط لأهداف قسم مراقبة الجودة وليس الهدف المنشأة ككل وعلى محلل النظم دراسة التداخلات الآتية :

— دراسة الخريطة التنظيمية وذلك لمعرفة العلاقات الرسمية بين المجال تحت الدراسة والمجالات الأخرى .

— عمل خرائط التدفق Flow Chart وذلك لتوضيح تدفق العمل بين الأقسام وأيضاً داخلها .

— عمل مقابلات شخصية لتوضيح العلاقات .

— دراسة توصيف الوظائف .

— دراسة التنظيم الغير رسمى .

التداخل بين المنتجات Outputs ، المدخلات Inputs ، والموارد Resources

تتكون المنتجات من تقارير Reports ، منتجات نصف مصنعة . منتجات مصنعة نهائياً . . . إلخ . قد تكون منتجات بعض الأقسام مدخلات لقسم آخر . يجب على محلل النظم دراسة ما يلى بخصوص المنتجات :

— كيف ترتبط منتجات الأقسام المختلفة مع مدخلات الأقسام الأخرى .

— الطرق المستخدمة فى إنتاج المنتجات فى المجالات تحت الدراسة .

— دراسة خط منتجات المجال تحت الدراسة .

— كيف يتم إستخدام المنتجات وأين يتم تصديرها .

تتكون المدخلات من بيانات خام ، مواد خام ، التقارير ، منتجات نصف مصنوعة ويجب على المحلل دراسة ما يلى بخصوص المدخلات :

— الحصول على معرفة عامة وشاملة عن طبيعة المدخلات فى المجال تحت الدراسة .

— تحديد العلاقة بين المدخلات فى المجال تحت الدراسة وبين المجالات الأخرى للمنظمة .

— تحديد مصادر المدخلات .

— تحديد خصائص المدخلات وطبيعتها .

يقصد بالموارد Resources تلك الأصول أو التسهيلات التى تستخدمها المنظمة فى عملياتها اليومية وذلك لتحويل المدخلات إلى منتجات . ويمكن تحديد أربع أنواع من الأصول كما يلى :

١ — الموارد المالية وهى تتعلق بالمخصصات المالية وهنا يتم دراسة ما يلى :

— قدرة مدير المجال تحت الدراسة فى تمويل مشروعات جديدة .

— تطور مخصصات الميزانية للمجال تحت الدراسة . هل هى فى زيادة أم فى نقاص ؟

— من أين يحصل المجال تحت الدراسة على المخصصات المالية اللازمة له ؟

يوضح ذلك بالطبع مقدار التبعيه أو الاستقلال لهذا المجال .
Degree of Independence

٢ — الموارد البشرية وهى تتعلق بالمديرين .

والعمالة الأساسية للمجال الذى يتم دراسته .

— مهارات العاملين فى المجال ، مواقعهم ، وظائفهم .

— التعرف على شخصيات Pesonalities والقدرات الخاصة [illegible]
هذا المجال .

٣ — المخزون :

— المخزون السلعى من خامات ، مواد نصف مصنعة ، أجزاء ، منتجات تامة الصنع .

— المخزون من البيانات والمعلومات التى تم تجميعها على مر الزمن وفى هذا الصدد يتم دراسة ما يلى :

(ا) درجة إكتمال الملفات ومسببات الاحتفاظ بها .

(ب) المصادر التى يتم منها تغذية الملفات .

(حـ) هل هناك إزدواج فى عملية حفظ البيانات .

(ء) تدفق المعلومات والمستندات فى المجال تحت الدراسة .

(هـ) هل يتم إستخدام أو الإستفادة من الملفات .

٤ — التسهيلات Facilities

وهى تتعلق مثلا بالأرض land ، المبانى ، معدات تشغيل البيانات ، أو أى معدات أخرى رأسمالية . أيضا يدخل فى هذه التسهيلات المساحة المخصصة ، المكاتب المتاحة . . إلخ .

التداخلات بين الأقسام وما قبلها :

التداخلات بين العاملين والمشرفين أو بين الأقسام تعد هامة جداً ويجب على محلل النظم أن يلاحظها بدقة .

فى داخل القسم ، يرغب محلل النظم فى معرفة كيف يتعامل المدير مع مساعديه وما هو نموذج Style الإدارة المطبق . وبالطبع فإن المساعدة التى يتوقعها محلل النظم من العاملين تتوقف على نموذج المدير . فإن كان المدير يستخدم اسلوب

التوجيه Directive Manager فإن العاملين لن يتعاملوا مع محلل النظم إلا إذا صدرت إليهم أوامر بذلك من المدير .

وبالطبع يجب على محلل النظم معرفة مقدار الاختلافات بين الأقسام المختلفة من حيث نوع ونموذج المدير . فنتوقع وجود نظم مكثفة للرقابة فى الأقسام التى يتم إدارتها بواسطة المدير المتسلط . بينما نجد عدد قليل من نظم الرقابة فى الأقسام التى يتم إدارتها بواسطة المدير الديموقراطى Democratic Manager .

وأيضاً يجب على محلل النظم أن يعلم بأن هناك نماذج متعددة للإدارة وكل نموذج يناسب عمل معين ، ومهام معينة ، وأيضاً العاملين يختلفون فهناك من يرغب فى أن يعمل فى حرية وهناك من يرغب فى أن يعمل فى إطار محدد .

ويمكن تلخيص المصادر المختلفة التى يمكن منها الحصول على معلومات تفيد فى تفهم التداخلات فى المنظمة كما يلى :

(أ) المنتجات :

١ — الاقسام التى يستخدمها .

٢ — الميزانية .

٣ — تنبؤ المبيعات .

٤ — التقارير المالية .

٥ — كتالوجات المبيعات .

(ب) المدخـــلات :

١ — الاقسام المستخدمة لها .

٢ — المعاملات .

(حـ) الاموال :

١ — المالية .

— مقابلة المدير المالى .

— الميزانية .

— التقارير الدورية .

٣ — الأفراد :

— تقارير أقسام إدارة الافراد .

— ملخصات المشروعات .

— المقابلات .

٤ — المخزون :

— المخازن .

— الحفظ والتسجيل .

— الاستلامات .

(د) التسهيلات :

— السجلات الحاسوبية الخاصة بالمصنع

— تصميم المساحات .

— سجلات الصيانة .

<u>خامساً : تفهم النظام الحالى :</u>

تهدف المرحلة إلى الحصول على صورة واضحة عن الوضع الحالى للعمليات، تتابعها ، وقت التشغيل ، حجم العمل ، التكلفة . ويمكن تلخيص أهمية هذه المرحلة كما يلى .

— من الواجب على المحلل أن يفهم النظام الحالى قبل التفكير فى إقتراح أى تغيير .

ولكى يمكنه إقناع الإدارة لابد من عمل مقارنات بين النظام الحالى والنظام المقترح .

وهناك طريقتين لإجراء هذه المقارنة :

أولا : المقارنة الجزئية Sys-view

وهى تعتمد على المقارنة بين عناصر النظام القديم مع عناصر النظام الجديد (مقارنة كل عنصر من النظام القديم مع العنصر المقابل له فى النظام الجديد) .

ثانياً : المقارنة الشاملة Prob-view

وهى تعتمد على المقارنة الشاملة أو النتائج النهائية للنظامين ، فمثلا نعتمد على الوقت النهائى للتشغيل فى كلا النظامين ، عدد العاملين الكلى فى كلا النظامين ، التكاليف الكلية لكل من النظامين .

وبالطبع يجب على محلل النظم معرفة ما يلى :

١ ــ تاريخ النظام الحالى ؟ كيف تم إدخاله فى العمل ؟ ومن الذى أيد فكرة تطبيقه ؟

٢ ــ هل كانت هناك محاولات لإعداد تعديلات فيه ؟

٣ ــ ما هى المؤثرات والظروف التى أثرت فى تصميم هذا النظام ؟

٤ ــ هل هذه المؤثرات والظروف مازالت قائمة ؟

وسائل جمع البيانات :

(أ) تعتبر المقابلات الشخصية من أهم وسائل جمع البيانات فى دراسة النظم، فهى أولا تمدنا بالبيانات الأكثر حداثة . فمثلا الخرائط التنظيمية للتقارير تحتوى بيانات تاريخية ، وأيضاً فى خلال المقابلة الشخصية يستطيع محلل النظم أن يلاحظ سير العمل ، وأيضاً جمع معلومات عن شخصية العامل وفكرة عن تصرفاته .

ومحتوى أسئلة المقابلة تركز على :

— كيف يتم العمل الآن :

— كيف يرغب العاملين فى أن يتم العمل فى المستقبل .

وهناك مجموعة من المظاهر الواجب توافرها فى المقابلة الناجحة .

١ — وضع وإعداد خطة للمقابلة تشمل إطار يرغب فى أن يتتبعه محلل النظم .

٢ — طريقة إدارة المقابلة بحث تتيح المرونة والحصول على المعلومات المطلوبة

٣ — تلخيص ماجرى فى المقابلة وإنهاء المقابلة .

مجموعة الأسئلة التى يتم استخدامها فى المقابلة :

١ — العمليات :

— ماذا يتم ؟ من يتبعه ؟ كيف يتم ؟ أين يتم ؟ لماذا يتم ؟

— الوقت الذى يستغرقه لإتمام العمل .

— جمع أفكار وآراء بخصوص ذلك .

— معرفة عادات العمل ، والقواعد المتبعة .

٢ — المدخلات :

— متى وكيف يتم استلام الخامات وفى أى صورة ؟

— أين يتم الاستلام ؟

— إجراءات فحص ومراجعة الخامات .

— كيف يتم تخزين المدخلات ؟

٣ — المخرجات :

— كيف يتم نقل المخرجات ؟

— ما هى الجهات التى تصدر لها المنتجات ؟

(ب) فحص السجلات الخاصة بالمنظمة :

وذلك للحصول على المعلومات الرسمية فقط وهى :

— السياسات المكتوبة .

— الإجراءات المكتوبة .

— السجلات الداخلية (أوامر الشراء - الفواتير) .

(ح) أسلوب التقدير والعينات وذلك لجمع المعلومات

سادساً : تحديد احتياجات النظام الجديد :

تتعلق هذه المرحلة بالتجهيز لتصميم النظام الجديد وليس بالنواحي الفنية Techniest الخاصة به لتوضيح هذه المرحلة نفترض أننا بصدد إعداد وتصميم نظام جديد لإحدى الأقسام المسئولة عن تحصيل الحسابات المستحقة Overdue accounts ، ولنفرض أيضاً أنه تم تحديد المشكلة كما يلي : « عدم تحصيل جزء كبير من الحسابات المستحقة » . ولنفرض أيضاً أن هذا القسم يتسم بعدم التنظيم Disorganised وأن العمل فيه دائماً مكدس وأنه قد تم التوصية بحل لهذه المشكلة عن طريق تقديم نظام جديد .

(ا) مراجعة الخطط الطويلة الأجل وذلك لتحديد العمليات والأنشطة التي ستستمر أو تلغى أو يتم تعديلها ، وبالطبع يكون التركيز على الخطط التي تؤثر على مجال الدراسة وعموماً يجب دراسة ما يلي :

— أي تعديلات في أهداف وسياسات المنشأة .

— أي خطط تطوير المنتجات أو الخدمات

— أي تعديلات منتظرة في برامج البيع ، العمالة ، التدفقات النقدية .

— مشروعات التطوير والبحوث .

— أي إنفاق ا... ي ضخم - مصنع جديد - كمبيوتر . . إلخ .

— أي تعديل في خط المنتجات .

والهدف من هذه الخطوة هو أخذ المستقبل في الحسبان عند إعداد وتصميم النظام الجديد . وبالتالي فإن تجاهل المستقبل قد يؤدي إلى تقادم النظام الجديد بعد إعداده بفترة قصيرة . وبالنسبة لنظام الحسابات لتحصيل الديون المستحقة

يجب معرفة سياسات المنشأة المقبلة بخصوص منح الائتمان حيث أن النظام الجديد الذى يتم وضعة إذا كانت المنشأة تنوى أن تتوسع كثيراً فى منح الائتمان يختلف عن النظام الذى يتم وضعه إذا كانت المنشأة تنوى ان تتوسع فى منح الائتمان أو أنها سوف تقيد منحه.

(ب) تحديد احتياجات النظام الجديد وهى :

— المخرجات Outputs التى يجب على النظام الجديد إنتاجها .

— المدخلات Inputs اللازمة لإنتاج المخرجات .

— العمليات Operations اللازمة لتحويل المدخلات إلى مخرجات .

— الموارد Resources الواجب إستخدامها لإنتاج المخرجات .

(ح) الإجابة على ثلاثة أسئلة هامة :

— ما هى الاحتياجات الحالية للنظام الجديد .

— ماهى الاحتياجات المستقبلة للنظام الجديد .

— ماهى احتياجات الإداره (وقت محدود . إنفاق إستثمارى محدود . إلخ)

مثال : فيما يلى احتياجات نظام التحصيل :

(١) المدخلات

— حسابات قديمة .

— سجلات العملاء .

— مدفوعات نقداً أو بشيك .

— خطابات .

— رسائل تليفونية .

— تقارير الميزانية .

(٢) العمليات :

— استلام الحسابات ، السجلات ، المدفوعات .

— كتابة خطابات التحصيل .

— مكالمات تليفونية .

— كتابة مذكرات بخصوص ديون مشكوك فى تحصيلها .

— إيداع شيكات أو نقدية فى البنك .

— قيد الديون المشكوك فيها فى الدفاتر .

— قفل حسابات العملاء .

— ملفات الحسابات .

— تجهيز وإرسال الخطابات .

— إعداد تقارير .

(٣) الموارد :

— ماكينة للآلة الكاتبة .

— أجهزة تليفون .

— مساحة المكاتب .

— عمال تحصيل .

— كتبة حسابات .

— عمال الكتابة على الآلة الكاتبة .

— مشرف على القسم .

— أدوات مكتبية .

— سجلات العملاء .

— ملف تفصيل الحسابات .

(٤) المخرجات :

— خطابات .

— رسائل تليفونية .

— مذكرات

— شبكات أو أقدية .

— تقارير شهرية .

(ى) تحديد المعايير التى يمكن على أساسها تقييم النظام الجديد .

— الوقت Time (تشغيل ، الاستجابة ، الإنتاج) .

— التكلفة Cost (سنوى ، الوحدة ، الصيانة) .

— الجودة Quality .

— الطاقة Capacity

— الكفاءة Efficiency .

— الدقة Accuracy .

— المرونة Flexibility .

— القبول Acceptancy .

— Reliability .

سابعا : تصميم النظام الجديد .

(أ) تحديد جميع البدائل

(ب) مناقشة البدائل مع الإدارة

ويجدر بنا هنا الإشارة إلى مفاهيم النظم Systems Concepts

(أ) نظام تطبيق An empirical System :

وهو نظام مطبق فى العمل فعلا أو يمكن تطبيقه .

(ب) نظام فكرى A Conceptual System .

وهو نظام على الورق فقط .

(ح) نظام مفتوح An Open loop System :

وهو نظام لا يحتوى على نظام داخل للمراقبة أو التعديل .

(ى) نظام مغلق A Closed loop System :

وهو نظام يحتوى على نظام فرعى داخل للمراقبة أو التعديل أو التوجيـــه .

(هـ) نظام فرعى وإجراءات :

عادة ما تحتوى الأنظمة الكبيرة على عدد من الأنظمة الفرعيه وكل نظام فرعى يحتوى على عدة إجراءات .

(و) المتغيرات Variables

وهى تلك عناصر النظام أو عناصر الأنشطة التى تخضع للتغير ، فعادة يقوم محلل النظم بعمل تجارب لكى يحدد أحسن بديل ، فيجد أن هناك مجموعة من العناصر التى لا تتغير مع تغير البديل وأن هناك مجموعة من العناصر التى تتغير مع تغير البديل وهى التى أيضاً تعطى النظام صفة المرونة .

(ل) المعاملات Parameters :

وهى تلك عناصر النظام التى لا تتغير أبداً .

(ك) المكونات Components :

وهى الأجزاء المتحركة للنظام وهى التى تكون النظام وقد تكون هذه الأجزاء عبارة عن الأفراد ، التسهيلات ، النماذج ، الكمبيوتر . . إلخ .

(س) النطاق scope :

وهى عبارة عن مدى إتساع الحالات التى يغطيها النظام .

ومن الطبيعى أن يلم محلل النظم بهذه الألفاظ حيث أنها عادة ما تكون موحدة فى الكتابات المختلفة فى موضوع نظم المعلومات Information systems .

مراحل تصميم النظام :

١ — تحديد المشكلة بدقة .

٢ — تجميع جميع الحقائق المتعلقة بالمشكلة .

٣ — تحديد المدخلات ، العمليات ، المخرجات ، الموارد .

٤ — تقييم الإجراءات الهامة أولا .

٥ — فحص مختلف البدائل .

٦ — بناء نظم فرعية للرقابة والتعديل فى النظام .

ثالثاً : إعداد مقارنات التكلفة :

مما لاشك فيه إن تقدير تكلفة النظام أكثر تعقيداً من تقدير تكلفة قطعة جديدة من المعدات وذلك لوجود عدد كبير من المتغيرات وأيضاً عوامل غير ملموسة يصعب تقييمها موضوعياً .

(١) المفهوم الأول للتقييم وهو مبنياً على أساس فكرة التكلفة البديلة فلنفرض أن منشأة لديها مساحة ١٠,٠٠٠ متر مربع غير مستغلة وترغب فى تحديد التكلفة البديلة كما يلى :

الاستخدامات الممكنة لـ ١٠,٠٠٠ م	العائد على الاستثمار	التكلفة البديلة
توسيع فى المصنع	١٨٪	صفر
قسم الكمبيوتر	١١٪	٧ ٪
يخصص للمكاتب	٦ ٪	١٢٪
قسم جديد للإنتاج	٥ ٪	١٣٪
تركه بدون استغلال	— ١ ٪	١٩٪
تأجير للغير	— ٥ ٪	٢٣٪

هنا العائد السلبي يشير إلى أن المنشأة ستتحمل تكاليف المحافظة على هذه المساحة أو تأجيره للغير قد يسيء للمنشأة ، إذا أثر الغير على أعمال المنشأة أو أساء إليها) .

هنا التكلفة البديله عبارة عن ٧٪ خسارة إذا قامت المنشأة بعمل قسم الكمبيوتر ، ١٢٪ إذا خصصت المساحة للمكاتب وهكذا

(٢) المفهوم الثاني وهو يتعلق بالتدفقات النقدية Cash Flow .

ويمكن تقييم النظام بالطرق الآتية :

(أ) طريقة فترة الاسترداد	Payback Period
(ب) طريقة المعدل المتوسط	Avelage of Return
(حـ) طريقه صافي القيمة الحالية	Net Present Value
(ء) طريقة العائد إلى التكلفة .	Cost Benefit
(هـ) طريقه المعدل الداخلي للعائد .	Internal Rate of Return

وهناك نواحي قد تتحقق بواسطه النظام الجديد ولكن يصعب تقييمها بالنقود وفيما يلي أمثله لها :

- إستجابه سريعه للاستعلامات المتعلقه بالعملاء .
- رفع الروح المعنويه للعاملين .
- تحقيق درجه من الاستقرار للعمالة .
- تسليم دقيق وسريع للعملاء .
- تحسين في جودة المنتج أو جودة الخدمه .
- إستغلال أمثل الموارد المنشأة .
- تحسين العائد الذى يغله إستثمار آخر .
- درجه عاليه من الرقابه المنظمه .

— تخفيض فى التكلفه .

— تقليل العادم .

تاسعاً : بيع النظام للإدارة :

هنا يجب على محلل النظام أن يكون مستعداً للرد على أى اعتراض من جانب الإدارة بخصوص تكلفه النظام الجديد . أداؤه ، موائمه النظام الجديد للمنظمه الدقه والمتانه . . إلخ ، ويجب على محلل النظم استخدام التقارير المكتوبه وأيضاً النماذج ، والوسائل المرئيه وذلك لإقناع الإدارة .

عاشراً : تطبيق النظام ، متابعته ، إعادة تقييمه .

بعد أن توافق الإدارة على النظام الجديد ، يبدأ محلل النظم فى تطبيقه ويشمل ذلك إزالة النظام الحالى، ثم وضع النظام الجديد محل التنفيذ ، ويفضل إتمام ذلك فى الوقت الذى يكون فيه التحميل على النظام الجديد أقل ما يمكن ، ويشمل النظام الجديد :

(أ) الماكينات والمعدات ويطلق عليها Hard ware

(ب) البرامج ، الإجراءات ، النماذج ويطلق عليها Soft ware

(ج) الاشخاص ويطلق عليها People ware .

إحدى عشر : متابعة تطبيق النظام :

يلاحظ أن مهمة محلل النظم لا تنتهى بمجرد تطبيق النظام وانما تقع عليه أيضا مسئولية متابعة تطبيق النظام ودراسة المشاكل التى قد تظهر والعمل على حلها . وقد يحتاج الامر إلى تطويع النظام الجديد لكى يتلائم أكثر مع ظروف العمل الفعلية .

تبسيط الإجراءات Work Simplificatien

لا تخلو أى منظمة من الإجراءات ، إجراءات تعيين موظف ، إجراءات الشراء ، إجراءات صرف المرتبات والأجور . . . إلخ .

أهداف تبسيط الإجراءات :

١ ــ التعرف على المشكلات الأساسية للإجراءات المتبعة وتحليلها تحليلا منطقياً لوضع التحسينات والحلول

٢ ــ التخلص من الحركات غير الضرورية مع الحد من العوامل التى تعوق توقف العمل وانسيابه حتى يمكن تأدية الأعمال بسهولة وبجهد أقل وفى وقت أقل .

٣ ــ تقليل التكلفة نتيجة الحد من الإجراءات غير الضرورية

٤ ــ تحسين وتطوير العمل نتيجة زيادة فاعلية أداء الأنشطة والإجراءات .

٥ ــ القضاء على الازدواج والتضارب فى الجهود .

طرق تطوير أساليب العمل :

يتم تبسيط الإجراءات وتطوير أساليب العمل كما يلى .

١ ــ الاستغناء عن بعض التفاصيل غير الضرورية وغير اللازمة لتأدية العمل

٢ ــ التقليل من النسخ المستخدمة من النماذج والتقارير والخطابات

٣ ــ القيام بأكثر من عملية فى وقت واحد بما يوفر الجهد والوقت .

٤ ــ إحلال عملية أو إجراء محل الآخر .

٥ ــ إعادة النظر فى تسلسل وترتيب خطوات العمل لتنفيذ مهمة معينة .

٦ ــ إعادة تنظيم موقع العمل بصفة عامة وإعادة ترتيبه Layut .

٧ ــ دراسة حركات الأفراد وتحركاتهم لتقليل الجهد المبذول .

ويتم تبسيط الإجراءات كما يلى :

(ا) اختيار وتحديد العمل المراد تحسين وتطوير أدائه : يختار الأعمال التى

فى حاجة إلى تطوير بحيث يكون عائد المشروع أكبر بعد التعديل ، وعادة يختار الأعمال التى بها اضطراب أو قصور مثل الاعمال المتراكة والمتأخرة مثل وجود أعمال بسيطة تستغرق وقتاً وجهداً كبيرين أو وجود شكوى من الجمهور بسبب بعض الإجراءات المتعلقة بهم .

(ب) تسجيل تفاصيل وجزئيات العمل : وذلك بتجميع كافة البيانات عن إجراءات العمل وتسجيلها بطريقة منظمة وواضحة فى شكل خرائط تمثل تدفق العمـــل .

(حـ) تحليل جزئيات العمل : يتم تحليل جزئيات العمل وطرق الأداء من خلال الرد على الأسئلة الآتية :

١ — ماهو العمل المراد تبسيطه What

٢ — من الذى يقوم بالعمل Who

٣ — لماذا يؤدى هذا العمل Why

٤ — أين يؤدى العمل Where

٥ — كيف يؤدى العمل How

٦ — متى يتم العمل When

(د) التوصل إلى التحسينات : يتم مناقشة الأسئلة السابقة وتحليلها بما يؤدى إلى المعرفة التامة بالعمل حتى يمكن إدخال التحسينات اللازمة على هذا العمل وتأديته بالطريقة المثلى .

(هـ) وضع الطريقة الجديدة : من الأفضل مراجعه التعديلات والتحسينات مع الخبراء والمختصين قبل وضعها موضع التنفيذ لمعرفة مدى إمكان تطبيقها والفائدة التى ستعود على العمل والمنظمة والعاملين .

أساليب تبسيط الإجراءات :

يمر التبسيط بثلاث مراحل أساسية هى :

(أ) دراسة وتوزيع العمل

(ب) تحليل خطوات سير العمل

(ج) حصر وحدات العمل .

أولا : دراسة وتوزيع العمل

تتم دراسة توزيع العمل من خلال distribution Chart وحتى يمكن رسم هذه الخريطة على أساس سليم وبيانات صحيحة لابد من تحضير قائمة الواجبات وقائمة للأنشطة .

وقائمة الواجبات يعدها كل موظف بالمنشأة وأهم ما يدونه الموظف فى هذه القائمة هو تفاصيل ونوع الواجبات التى يؤديها وما تستغرقه من وقت .

قائمة الواجبات

شركة . . .

قطاع . . .

إدارة . . . .   قسم . . . .   وحدة . . . .

اسم الموظف	اسم الوظيفة	الدرجة المالية	المؤهلات	سنوات الخبرة
اسم الرئيس المباشر			التاريخ	

مسلسل	بيان الواجبات	عدد الساعات	ملاحظات
١	. . . .		
٢	. . . .		

والخطوة التالية بعد ذلك هي إعداد القائمة بنشاط هذه الوحد من واقع الواجبات وذلك لتسجيل الوظائف الأساسية للوحدة ومرتبة حسب أهمـ...

قائمة الأنشطـــــطة

شركة	التاريخ . . . . .
قطاع	
إدارة	قسم . . . . . وحدة . . . . .

مسلسل	بيان الأنشطة
١	. . . .
٢	. . . .

بعد ذلك من واقع قائمة الواجبات وقائمة الأنشطة تعد خريطة توزيع العمل وهي تبويب للأعمال التي يؤديها الأفراد في وحدة تنظيمية معينة وفقاً لأوجه النشاط الرئيسية مع بيان الوقت الذي يستغرقه كل فرد في أداء العملية وبذلك يتم حصر لمجموع الساعات التي يستغرقها أداء كل نشاط من أنشطة الوحدة.

خريطة توزيع العمل

قسم . . . . | وحدة . . . | معتمدة من . . . | التاريخ

مسلسل	الأنشطة	اسم الموظف عدد الساعات	اسم الموظف عدد الساعات	اسم الموظف عدد الساعات	ملاحظات
١	. . . .				
٢	. . . .				
٣	. . . .				
مجموع					

يراعى ترتيب الأنشطة حسب أهميتها فى الخريطة ويجب التركيز على دراسة هدف الواجبات والانشطة المؤدة ومدى أهميتها للعمل ككل .

وعند تحليل ودراسة خريطة توزيع العمل يجب مراعاة الآتى :

١ — دراسة الوقت الذى يستغرقه كل نشاط على حدة والوقت الذى يستغرقه هذا النشاط بالنسبة لمجموع وقت كافه الانشطة . وإذا تبين أن نشاطاً معينا يأخذ معظم الوقت فليس هذا دليلا على أنه أهم نشاط بل قد يتضمن خطوات خطوات غيرضروريه . . ويراعى عند دراسة كل نشاط وضع وقت معين كمعيار يمثل الوقت الامثل الذى يتم فيه النشاط ، ثم نقارن الوقت الحقيقى بالوقت المعيارى لبيان مدى الاختلاف بينهما .

٢ — مقدار الجهد المبذول فى تأدية كل نشاط على حدة بالنسبة للانشطة الاخرى حتى لا تهلك مجهودات فيما لا يجب أن نستخدم فيه إذ أن بذل جهد أكثر من اللازم فى أداء أنشطه غير ضرورية أو غير مفيدة أو غير أساسية تعتبر إضاعة للجهد والوقت والمال وسوء استخدام الإمكانيات المتاحة .

٣ — مدى استخدام القدرات والمهارات كما يجب . حتى يطالب كل موظف بأداء الاعمال التى تتلاءم وتتناسب مع درجته المالية وخبرته وكفاءته .

٤ — من المهم مراعاة مدى ارتباط الانشطه ببعضها البعض وهل يوجد بينها تكامل وتنسيق من شأنه أن يحقق الهدف أم لا .

٥ — مدى اشتراك الافراد فى تأدية عملية واحدة وهل هذا يستلزمه طبيعة العمل ام ناتج عن وجود أعداد أكثر من اللازم مما يؤدى إلى وجود بطالة مقنعة وعدم تحديد المسئولية واضطراب العمل .

ثانياً : خريطة سير العمل : Process chart

يتم فى هذه الخريطة تسجيل الخطوات التى يتضمنها كل إجراء من إجراءات العمل حتى يمكن اكتشاف صعوبات تدفق العمل ونقط الاختناقات وأماكن وجود أى ازدواج أو تضارب بين الاعمال .

ولإعداد الخريطة يتم وصف كل عمل من الأعمال وكل تصرف من التصرفات عن طريق استخدام الرموز وذلك يساعد فى استبعاد أو تجميع أو ضم أو إعادة ترتيب أو تبسيط الإجراءات المختلفة فى مختلف العمليات والواجبات .

والرموز المستخدمة فى الخريطة هى (على سبيل المثال لا الحصر) :

١ — عملية أو إجراء operation « O » : يدل على ذلك تغيير خصائص شىء معين بالإضافة أو التجميع أو الحذف . .

٢ — النقل والحركة transportation « ← » أى نقل الشىء من مكان إلى آخر ويستثنى من ذلك حالة كون هذه الحركات جزء من العملية ذاتها مثل ترحيل خطاب ومستند من ملف إلى آخر .

٣ — التخزين storage « ▽ » عند حفظ شىء ما فى مكان معين وعدم التصرف فيه إنتظارا لإجراء معين مثل حفظ صورة خطاب فى ملف معين .

٤ — التأخير والتعطيل delay « D » عندما يحدث شىء يعوق انسياب العمل وتدفقه نحو الخطوة التالية .

٥ — المراجعة والتفتيش inspection « □ » عنـــدما يتم فحص شىء ما للتحقيق منه والتعرف عليه وعلى خصائصه [illegible] جودته .

ثالثاً : حصر وحساب العمل :

يحقق حصر العمل ما يلى :

١ — تحسين الطرق والإجراءات الخاصة بالعمل

٢ — الملاءمة بين المهام المختلفة لتيسير تدفق وانسياب الاعمال دون اختناقات

٣ — المساعدة فى إحكام وضبط الاعباء وفى تقييم الاداء .

٤ — سرعة اكتشاف المشاكل تمهيداً لدراستها واتخاذ اللازم بشأنها

٥ — إبراز المفارقات غير العادلة فى أعباء العمل .

٦ — تحقيق العدالة فى توزيع أعباء العمل بين الافراد .

٧ — رفع الروح المعنوية للأفراد نتيجة إحساسهم بالعدالة مما يؤدى الى زيادة كفاءتهم وتفانيهم فى العمل .

رابعاً : تصميم واعداد مكان العمل :

حتى يتم العمل على أكمل وجه ، لا يقتصر الأمر على تبسيط الأعمال ذاتها انما يتطلب ذلك الاهتمام بجو وبيئة العمل . فالفرد يقضى معظم وقته فى مكان عمله لذلك فالتخطيط السليم لمكان العمل يؤدى الى زيادة شعوره بالراحة والاطمئنان ، وإحساسه باهتمام الإدارة به مما يرفع من روحه المعنوية ويزيد من كفاءته .

واعداد مكان العمل بصفة عامة يتضمن الآتى :

١ — موقع الإدارات والوحدات المختلفة بالنسبة لبعضها .

٢ — وضع المكاتب والمعدات المكتبية داخل كل وحدة عمل Layout

ونجد أن مزايا التخطيط السليم لمكان العمل ما يلى :

١ — استغلال المساحة المحدودة أفضل استخدام .

٢ — تيسير تدفق العمل وانسيابه فى اتجاه واحد .

٣ — المرونة .

٤ — تقصير خطوط الاتصال .

٥ — تحسين الخدمات المقدمة .

٦ — تلافى مواطن الاحتكاكات والاختناقات .

٧ — تيسير عمليات الإشراف والرقابة .

٨ — تهيئة جو ملائم للعمل ومتطلباته مع الاقتصاد فى الوقت والجهد والمال .

٩ — الحد الى احتمال فقد الاوراق والمستندات عند انتقالها من موقع عمل الى آخر .

الباب التاسع : أساليب مراقبة المخزون



الباب التاسع

أساليب مراقبة المخزون

إن حاجة المنشآت مهما اختلفت طبيعتها حكومية أو منظمات أعمال — تجارية أو صناعية أو خدمات إلى أن يكون لديها مخزون من المواد ، المهمات ، البضاعة تامة الصنع واضحة جداً ولا تحتاج إلى تفسير . وعلى العموم فإن أيضاً المستهلكين يحتاجون إلى أن يكون لديهم مخزون من بعض المنتجات . المشكلة التى نحن بصددها فى هذا الباب هو كم من المواد ، المهمات ، البضاعة تامة الصنع يجب على المستهلك أو المنتج أن يحتفظ بها فى شكل مخزون .

فى البداية سوف نسأل أنفسنا السؤال التـــالى : ماذا أدى إلى وجود هذه المشكلة ؟ لماذا نحتفظ بمخزون ؟ .

لنتخيل أن هناك نظام اقتصادى يعمل بدون الحاجة إلى وجود المخزون . لنفرض مثلا آلة أو خط إنتاج يعمل بصفة مستمرة وأن المستهلكين يأخذون المنتجات فور إنتاجها . فى ظل هذا النظام البسيط نجد أى الموارد أو المدخلات هنا تتدفق فى داخل الماكينة وأن المنتجات تامة الصنع تتدفق إلى الخارج بدون حاجة إلى وجود المخزون . هنا لا نحتاج إلى مخزون من البضاعة الجاهزة حيث أن فور إنتاجها يتم تسليمها للعملاء وأيضاً لا نحتاج إلى مخزون من المواد والخامات حيث أنها تتدفق فى داخل الآلة فور الحاجة إليها وذلك لبدء الإنتاج .

غير أنه إذا حدث خلل أو اختلاف فى هذه العملية الخاصة بالتدفق المستمر سواء إلى أو من الآلة فإن المخزون لابد وأن يظهر عند نقط مختلفة من نقط الانتاج . فمثلا إذا حدث وأن المستهلك لم يتسلم البضاعة فور إنتاجها فلابد وأن يتراكم الإنتاج فى شكل مخزون . أيضاً إذا حدث شك فى مواعيد تسليم الموردين للخامات والمواد فإن المنتج لابد وأن يفكر فى أن يحتاط لذلك بأن يحتفظ بقدر

من المخزون لديه من المواد والخامات ومن هنا يظهر مخزون من المواد والخامات .

وجود عنصر عدم التأكد :

يعد العنصر الأول الذى يؤثر على وجود الخلل فى النظام الاقتصادى عنصر عدم التأكد أو عدم اليقين Uucertainty . فمثلا إذا لم نكن واثقين من كمية الطلب على المنتج النهائى بواسطة العملاء وفى نفس الوقت نعمل فى ظل ظروف المنافسة التى فى ظلهـا لا نستطيع أن نقول للعميل سوف لا نستطيع تسليمك البضاعة فوراً فإن الأمر يتطلب منا الإحتفاظ بمخزون من البضاعة الجاهزة حتى نكون تحت أمر العميل فى أى وقت من الأوقات .

أيضاً هناك عوامل عدم التأكد فيما يتعلق بالمواد الخام المستخدمة فى الإنتاج أو المواد النصف مصنعة والمشتراة من الغير أو الأجزاء التى يتم إستيرادها من الخارج وذلك لتجميع المنتج محلياً . حتى لو أن المنتج يعلم تماماً متى سوف يستخدم هذه الخامات لإنتاج المنتجات إلا أنه لا يستطيع أن يتحكم فيما يلى :

١ — دقة مواعيد التسليم من جانب الموردين .

٢ — تسهيلات النقل والشحن المتاحة .

وبالتالى فإن المنتج لابد وأن يحتاط وأن يكون لديه كمية من الخامات والمواد وذلك لمقابلة هذه الأخطار . فمثلا قد يتعطل مصنع بالكامل وذلك إذا حدث عجز فى أحد أجزاء المنتج الرئيسى الذى يقوم بإنتاجه . وكثيراً ما نسمع عن مصانع الحديد والصلب التى تحقق خسائر فادحة بسبب توقف الإنتاج فى الأفران وبالتالى احتياجات الصيانة والإصلاح التى تزداد كثيراً نظراً لان هذه الأفران يجب أن تعمل بصفة مستمرة . كل ذلك يحدث بسبب تأخر وصول الخامة الرئيسية بسبب مثلا مشكلات فى النقل والشحن بسبب رياح الخماسين مثلا . ومما يعقد الأمور أن هذه الخامة لا يمكن تخزينها لفترة طويلة ،

عادة ما يتم الشراء والإنتاج فى لوطات :

يعد العنصر الثانى الذى يتسبب فى وجود مخزون لدى الصانع هو أن شراء المواد والخامات عادة ما يتم فى شكل أحجام كبيرة وذلك لتحقيق وفورات إما فى النقل وتكاليفه أو وفورات خاصة بالحصول على خصم كمية . أيضاً بالنسبة للمنتجات الجاهزة فإن المخزون فيها قد يرتفع وذلك بسبب ميل المنتجين إلى إنتاج كميات كبيرة وذلك لتحقيق وفورات خاصة بالتشغيل وتخطيط الإنتاج بطريقة أحسن .

ذلك سوف يؤدى إلى أن تزداد معدلات الإنتاج اليومية عن معدلات الطلب من جانب المستهلكين اليومية وطبيعى فإن الفرق عبارة عن المخزون من المنتجات تامة الصنع .

غير أنه مهما اختلفت وتعددت مسببات الإحتفاظ بالمخزون سواء من جانب المستهلك أو المنتج إلا أن المشكلة الرئيسية فى المخزون هى ما هى كمية المخزون الواجب الإحتفاظ بها . إن الحياة العملية تتصف بوجود مشاكل معقدة إنها تشتمل على حوادث Events (رقم المبيعات ، معدلات استخدام الصنف) التى قد تحدث فى المستقبل . أيضاً أنها تشتمل على عوامل عدم التأكد فيما يتعلق باحتمال حدوث هذه الحوادث .

الحالة الأولى :

وفيها نعلم الطلب على المنتج .

فى مثل هذه الحالة إذا كنا على علم بعدد الوحدات من المنتج النهائى التى سيتم طلبها أو استخدامها فى المستقبل (متجاهلين العوامل الاقتصادية الخاصة بالاحتفاظ بالمخزون) فإن الكمية الواجب طلبها تكون بسيطة جداً حيث أننا سنقوم بطلب كمية تعادل الكمية التى سيتم طلبها من جانب العملاء .

فمثلا إذا كنا نعلم جيداً مقدار الطلب على نوع معين من المنتجات فى خلال فترة العشرين يوم القادمة تختلف بين ٦٠ ، ٨٠ ، ١٠٠ فإننا نحصل على مشكلة بسيطة جداً يمكن تمثيلها فى الشكل المبين أدناه .

فى هذه المشكلة نفترض أننا متأكدين من أن الطلب سيكون ٨٠ وحدة وهنا فإن الاحتمال يكون ١ صحيح أو ١٠٠ ٪ من أن الطلب سيكون ٨٠ وحدة وأن الاحتمال صفر يكون أمام الطلب ٦٠ أو ١٠٠ وحدة .

ومن الشكل يتضح أن الاحتمال ١ صحيح يشير إلى الحادثة ٨٠ وحدة وأن الاحتمال صفر يشير إلى الحادثة ٦٠ والحادثة ١٠٠ .

أيضاً يبين الشكل الربح الناتج من دمج كل تصرف مع الحادثة . لنفرض أيضاً أن الإيراد الناتج من الوحدة الواحدة عبارة عن ١٢ ج .

وهذا الإيراد ثابت مهما اختلفت عدد الوحدات المنتجة . وأيضاً أن تكلفة الوحدة ثابتة وهى ٧ جنيهات . ولنفرض طبعاً أننا نتجاهل تكاليف التوريد ، تكاليف التخزين ، أى تكاليف أخرى . وأخيراً نفترض أن الوحدة الغير مباعة لا قيمة لها .

البدائل المتاحة	الحوادث	الكمية المطلوبة	الربح	الربح المتوقع	الفرصة الضائعة	الفرصة الضائعة المتوقعة
طلب ٦٠ وحدة	٠٫١	٦٠	٢٠٠	٢٠	صفر	صفر
	٠٫٣	٨٠	٢٠٠	٩٠	١٠٠	٢
	٠٫٦	١٠٠	٢٠٠	١٨٠	٢٠٠	١٢٠
طلب ٨٠ وحدة	٠٫١	٦٠	١٦٠	١٦	١٤٠	١٤
	٠٫٣	٨٠	٤٠٠	١٢٠	صفر	صفر
	٠٫٦	١٠٠	٤٠٠	٢٤٠	١٠٠	٦٠
طلب ١٠٠ وحدة	٠٫١	٦٠	٢٠	٢	٢٨٠	٢٨
	٠٫٣	٨٠	٢٦٠	٧٨	١٤٠	٤٢
	٠٫٦	١٠٠	٥٠٠	٣٠٠	صفر	صفر

من الشكل السابق يتضح أن الكمية المثلى للطلب عبارة عن ٨٠ وحدة . طبعا هذه المشكلة البسيطة لا تحتاج إلى رسم شجرة القرارات ولكننا قصدنا بذلك لكى نوضح المشكلة الأكثر التى سترد من الحالة الثانية .

نتائج الحالة الأولى :

طلب ٦٠ وحدة	الربح المتوقع ٣٠٠ ج
طلب ٨٠ وحدة	الربح المتوقع ٤٠٠ ج
طلب ١٠٠ وحدة	الربح المتوقع ١٦٠ ج

واضح أن طلب ٨٠ وحدة يحقق أعلا ربح متوقع .

الحالة الثانية :

فى الجزء السابق تم مناقشة مشكلة بسيطة تشتمل على عوامل أكيدة غير أن ظهور عنصر عدم التأكد سوف يحول المشكلة البسيطة إلى مشكلة معقدة .

لنفرض فى المشكلة التى تم عرضها فى الحالة الأولى قد ظهر عنصر عدم التأكد فيما يتعلق برقم الطلب . لنفرض أن قسم بحوث التسويق الخاص بهذا المنتج قدم لنا المعلومات الآتية :

الاحتمال	مقدار الطلب
١٠٪	٦٠ وحدة
٣٠٪	٨٠ وحدة
٦٠٪	١٠٠ وحدة

هذه المشكلة يمكن عرضها فى الشكل الآتى :

الكمية المطلوبة للعشر يوم .	الحوادث	الكمية المطلوبة	الإيراد	التكلفة	الربح	الربح المتوقع
٦٠ وحدة	صفر	٦٠	١٢ × ٦٠	٧ × ٦٠	٣٠٠	صفر
	١	٨٠	١٢ × ٦٠	٧ × ٦٠	٣٠٠	٣٠٠
	صفر	١٠٠	١٢ × ٦٠	٧ × ٦٠	٣٠٠	صفر
٨٠ وحدة	صفر	٦٠	١٢ × ٦٠	٧ × ٨٠	١٦٠	صفر
	١	٨٠	١٢ × ٨٠	٧ × ٨٠	٤٠٠	٤٠٠
	صفر	١٠٠	١٢ × ٨٠	٧ × ٨٠	٤٠٠	صفر
١٠٠ وحدة	صفر	٦٠	١٢ × ٦٠	٧ × ١٠٠	٢٠	صفر
	١	٨٠	١٢ × ٨٠	٧ × ١٠٠	٢٦٠	٢٦٠
	صفر	١٠٠	١٢ × ١٠٠	٧ × ١٠٠	٥٠٠	صفر

الكمية المثلى للطلب فى ظل الظروف التأكد

فى هذا الشكل تم تقييم البدائل المتاحة أمام هذا المنتج فى ظل الاحتمالات المختلفة ولقد ظهر أن البديل الأمثل هو طلب ١٠٠ وحدة من هذه المنتجات حيث أن هذا البديل يحقق أكبر ربح متوقع وأقل فرصة مضاعة متوقعة .

مقدار الطلب	الربح المتوقع	الفرصة المضاعة المتوقعة
٦٠ وحدة	٣٠٠ ج	١٥٠ ج
٨٠ وحدة	٣٧٦ ج	٧٤ ج
١٠٠ وحدة	٣٨٠ ج	٧٠ ج

يلاحظ أن البديل الأمثل يحقق :

١ — أكبر ربح متوقع .

٢ — أقل فرصة مضاعة متوقعة .

يلاحظ أنه فى الحالات السابقة قمنا بتجاهل عوامل متعددة وذلك لأغراض الشرح فقط ولكننا سوف نعود الآن ونأخذ فى الحسبان هذه العوامل . فمثلا نأخذ فى حسباننا رقم الطلب الكلى فى المستقبل وأيضاً تكلفة الإحتفاظ بالمخزون . تشمل تكلفة الاحتفاظ بالمخزون ما يلى :

— تكلفة التخزين .

— تكلفة التلف .

— تكلفة رأس المال المستثمر فى المخزون .

فى الحالة الأولى تجاهلنا تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وبالتالى كان رقم الطلب الأمثل هو ٨٠ وحدة أما هنا فى هذه الحالة فإننا لن نتجاهل هذه التكاليف ومن ثم فقد يختلف رقم الطلب الأمثل . يلاحظ أن الـ ٨٠ وحدة إذا تم شراؤها مرة واحدة فإن جزء منها سوف يباع بدون أن يكلفنا أى تكاليف تخزين بينما جزء منها سوف نحتفظ به لفترة معينة من الزمن ومن ثم سوف يكلفنا تكاليف تخزين بينما جزء آخر سوف نحتفظ به لفترة طويلة من الزمن ومن ثم سوف تكون تكلفة تخزينه أكثر وهكذا . أى أننا إذا كنا سنأخذ فى الحسبان تكلفة

الاحتفاظ بالمخزون فإن الأمر يلزم معرفة التغيرات التى تحدث فى الكمية المطلوبة على مر العشرين يوم أى خلال فترة البيع . إن الذى يعكس هذه التغيرات بين يوم وآخر هو متوسط المخزون Average Inventory Level ويمكن الحصول على هذا المتوسط كالآتى :

متوسط المخزون فى أول المدة + متوسط المخزون فى آخر المدة

لنفرض أن مستوى المخزون كان ٨٠ وحدة فى أول الفترة وكان صفر فى نهاية الفترة .

متوسط المخزون فى أول المدة = $\frac{٨٠}{٢}$ = ٤٠ وحدة

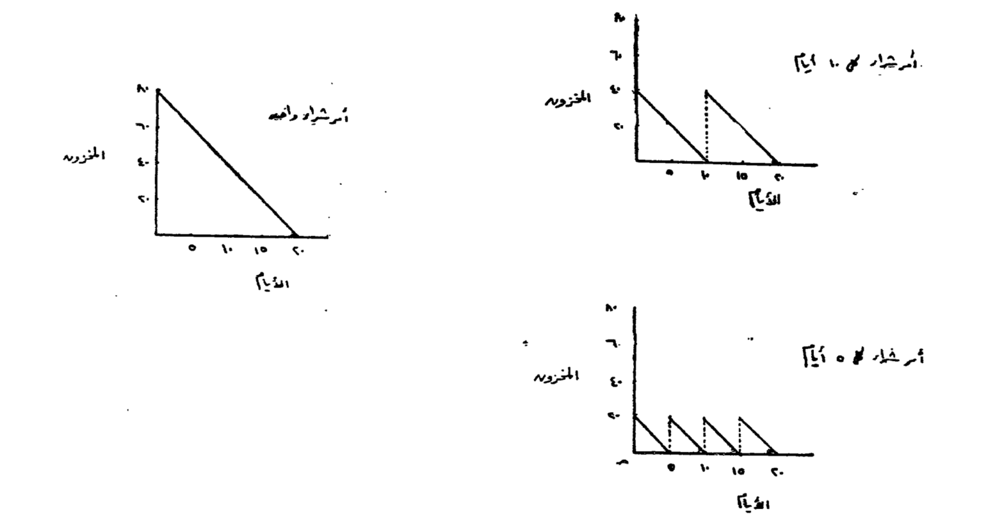
متوسط المخزون فى آخر المدة = $\frac{صفر}{٢}$ = صفر وحدة

أن متوسط المخزون = ٤٠ + صفر

= ٤٠ وحدة

طبعاً هنا الافتراض الأساسى أن معدلات الطلب أو السحب اليومية ثابتة مع أن فى الحقيقة هذا الوضع لا يستقيم فى الحياة العملية .

فى الشكل التالى يمكن ملاحظة انخفاض رصيد المخزون من يوم إلى آخر . يمكن ملاحظة وجود الـ ٨٠ وحدة كلها فى أول الفترة بينما الرصيد صفر فى نهاية الفترة وأن معدل السحب اليومى ثابت عبارة عن ٤ وحدات فى اليوم ($\frac{٨٠}{٢٠}$ = ٤ وحدات) .



أمر شراء كل ١٠ أيام
المخزون
٨٠
٦٠
٤٠
٢٠
٥
١٠
١٥
٢٠
الأيام
أمر شراء واحد
المخزون
٨٠
٦٠
٤٠
٢٠
٥
١٠
١٥
٢٠
الأيام
أمر شراء كل ٥ أيام
المخزون
٨٠
٦٠
٤٠
٢٠
٥
١٠
١٥
٢٠
الأيام

حتى الآن لم نأخذ فى الاعتبار إلا احتمال واحد وهو طلب المنتجات مرة واحدة . ولكن إذا كان ممكناً أن نقوم بطلب كمية صغيرة من هذه المنتجات بدلا من طلبها مرة واحدة فإن ذلك سوف يؤدى إلى تخفيض متوسط المخزون وبالتالى سوف يؤدى ذلك إلى تخفيض تكاليف الاحتفاظ بالمخزون . فى نفس الشكل يتضح إذا تم شراء كمية تكفى ١٠ أيام بدلا من المدة كلها أى الشراء مرتين فإن متوسط المخزون سوف ينخفض . هنا سيتم شراء ٤٠ وحدة تستنفذ بالكامل حتى اليوم العاشر وفى اليوم العشرين سيصل الرصيد مرة أخرى إلى ٤٠ وحدة على أن يتم استنفاذها بالكامل فى اليوم العشرين . مما لا شك فيـــه فإن متوسط المخزون فى فترة العشرة أيام سيكون ٢٠ وحدة وبالتالى فإننا نتوقع انخفاض تكلفة التخزين .

متوسط المخزون لفترة العشرة أيام الأولى $= \frac{٤٠}{٢} =$ ٢٠ وحدة

متوسط المخزون لفترة العشرة أيام الثانية $= \frac{٤٠}{٢} =$ ٢٠ وحدة

أى أن متوسط المخزون لأى فترة $= \frac{\text{الكمية المطلوبة}}{٢}$

فإذا تم تخفيض الكمية المطلوبة إلى ٢٠ وحدة (مثلا هناك أمر شراء كل ٥ أيام) فإننا سنحصل على متوسط مخزون أقل . هنا متوسط المخزون سيكون $\frac{٢٠}{٢} =$ ١٠ وحدات كما يبينها الشكل السابق .

يلخص الجدول الآتى متوسط المخزون عند كل من السياسات المختلفة للطلب :

متوسط المخزون عند سياسات الطلب المختلفة

كمية الطلب الكلى لفترة العشرين يوم	الكمية المطلوبة	عدد أوامر الشراء	متوسط المخزون
٨٠	٨٠	١	٤٠
٨٠	٤٠	٢	٢٠
٨٠	٢٠	٤	١٠

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{\text{الكمية المطلوبة}}{٢}$$

يلخص الجدول الآتى التكاليف الخاصة بالاحتفاظ بالمخزون فى ظل سياسات الطلب المختلفة مع افتراض أن تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة لمدة ٤٠ يوم عبارة عن ٣ جنيهات :

تكاليف الاحتفاظ بالمخزون فى ظل سياسات الشراء المختلفة

كمية الطلب الكلى خلال العشرين يوم	كمية أمر الشراء	عدد أوامر الشراء	متوسط المخزون	تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة	جملة تكلفة التخزين
٨٠	٨٠	[illegible]	٤٠	٣ ج	١٢٠ ج
٨٠	[illegible]	٢	٢٠	٣ ج	٦٠ ج
٨٠	٢٠	٤	١٠	٣ ج	٣٠ ج

وواضح مما سبق أن تكلفة الاحتفاظ بالمخزون تقل كلما قلت كمية أمر الشراء. أى أن عدد مرات الشراء تزداد .

أى : كلما زاد عدد مرات الشراء .

كلما انخفض متوسط المخزون .

كلما أدى ذلك إلى انخفاض تكلفة الاحتفاظ بالمخزون .

غير أن هناك تكاليف أخرى يجب أن نأخذها فى الحسبان عند دراسة مشاكل التخزين ألا وهى تكلفة التوريد وهى تحتوى على مرتبات وأجور العاملين فى إدارة المشتريات من حيث إصدار أوامر الشراء ، سداد قيمة أوامر الشراء ، استلام مكونات أمر الشراء ، متابعة الشراء والتوريد ... الخ .

لنفرض أن تكلفة أمر الشراء ثابتة مهمـــا اختلفت حجم أمر الشراء أى لا تختلف بالنسبة للأمر الواحد مهما اختلفت حجم الطلبية ٦٠ كانت ٨٠ أو ١٠٠ وحدة . ومن هنا يتضح أن تكلفة أمر الشراء لا تحتوى على قيمة المشتريات نفسها . إنها تتعلق بعدد مرات الشراء . فإذا فرضنا أن تكلفة أمر الشراء الواحد عبارة عن ٣٠ ج فإن تكاليف الشراء والتوريد بالنسبة للسياسات المختلفة الثلاثة سوف تختلف كما هو مبين فى الجدول الآتى :

إجمالى تكاليف المخزون فى ظل السياسات الثلاث

الكمية الكلية المطلوبة خلال العشرين يوم	كمية أمر الشراء	متوسط المخزون	تكلفة التخزين للوحدة	جملة تكلفة التخزين	عدد أوامر الشراء	تكلفة الشراء للأمر الواحد	جملة تكلفة الشراء	جملة تكلفة المخزون
٨٠	٨٠	٤٠	٣ج	١٠ ج	١	٣٠ج	٣٠ ج	١٥٠ج
٨٠	٤٠	٢٠	٣ج	٦٠ ج	٢	٣٠ج	٦٠ ج	١٢٠ج
٨٠	٢٠	١٠	٣ج	٣٠ ج	٤	٣٠ج	١٢٠ج	١٥٠ج

ويلاحظ من الجدول السابق أن فى ظل السياسة الثانية وهى شراء الكمية المطلوبة لفترة العشرين يوم على مرتين (إصدار عدد ٢ أمر شراء) هى أحسن سياسات الشراء نظراً لانخفاض التكلفة الكلية المخزون .

تحديد الكمية المثلى للشراء

أو الكمية الاقتصادية للشراء :

يلاحظ من الجدول السابق أن :

عندما تقل كمية أمر الشراء (حجم أمر التوريد)

تزداد عدد مرات الشراء

تزداد تكلفة الشراء . كما يلى :

عدد مرات الشراء	تكلفة أمر الشراء الواحد	جملة تكلفة الشراء
١	٣٠ ج	٣٠ ج
٢	٣٠ ج	٦٠ ج
٤	٣٠ ج	١٢٠ ج

وأيضاً من الجدول السابق يتضح أن :

عندما تقل كمية الشراء (حجم أمر التوريد)

يقل متوسط المخزون

يقل تكلفة الاحتفاظ بالمخزون . كما يلى :

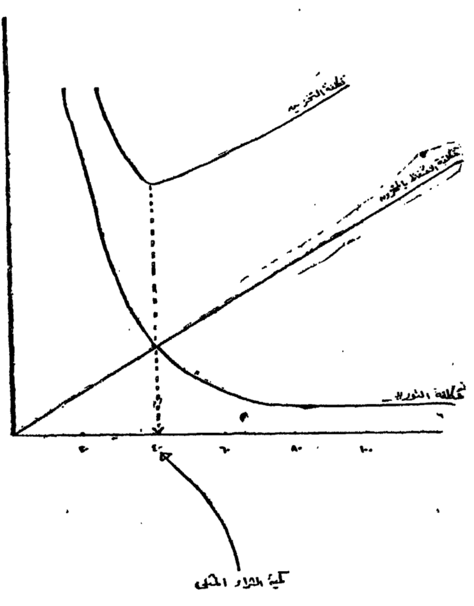
عدد مرات الشراء	متوسط المخزون	تكلفة تخزين الوحدة الواحدة	جملة تكلفة التخزين
١	٤٠	٣ ج	١٢٠ ج
٢	٢٠	٣ ج	٦٠ ج
٤	١٠	٣ ج	٣٠ ج

ومن هنا فإن حجم الشراء الأمثل أو الكمية الاقتصادية للشراء تتوقف على العلاقة بين :

- تكلفة التوريد .
- تكلفة الإحتفاظ بالمخزون .

ومن الجدول السابق يتضح أن الكمية الاقتصادية للشراء عبارة عن ٤٠ وحدة حيث عندها يتحمل المنتج أقل تكلفة تخزين ممكنة .

والشكل التالى يبين العلاقة بين كل من تكاليف التخزين ، تكاليف الشراء وعدد مرات الشراء :



تكلفة التخزين وتكاليفه عند نقط مختلفة للطلب

أى أن :

الكمية الاقتصادية للشراء عندها تكون تكلفة التخزين أقل ما يمكن وتكلفة التخزين تشمل تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وأيضاً تكلفة أمر التوريد .

تكلفة التخزين = تكلفة الاحتفاظ بالمخزون + تكلفة التوريد

تكلفة الاحتفاظ بالمخزون = متوسط المخزون × تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة

تكلفة التوريد = عدد أوامر التوريد × تكلفة توريد الأمر الواحد

أى أن :

تكلفة التخزين = ت ع × ك/٢ + ت ت × ط/ك

حيث :

ت ع = تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة

ك = كمية أمر الشراء

ت ت = تكلفة أمر الشراء الواحد

ط = الكمية المطلوبة خلال الفترة

وبتطبيق هذه المعادلة على سياسات الشراء المختلفة يمكن التوصل لنفس النتائج التى توصلنا إليها فى الجدول السابق :

السياسة الأولى (طلب ٨٠ وحدة فى المرة الواحدة للشراء)

تكلفة التخزين = ٣ × ٨٠/٢ + ٣٠ × ٨٠/٨٠

= ٣ × ٤٠ + ٣٠ × ١

= ١٥٠ ج

السياسة الثانية (طلب ٤٠ وحدة فى المرة الواحدة للشراء)

تكلفة التخزين $= ٣ \times \frac{٤٠}{٢} + ٣٠ \times \frac{٨٠}{٤٠}$

$= ٦٠ + ٦٠$

$=$ ١٢٠ ج

السياسة الثالثة (طلب ٢٠ وحدة فى المرة الواحدة للشراء)

تكلفة التخزين $= ٣ \times \frac{٢٠}{٢} + ٣٠ \times \frac{٨٠}{٢٠}$

$= ٣ \times ١٠ + ٣٠ \times ٤$

$= ٢٠ + ١٢٠$

$=$ ١٠٠ ج

من الشكل السابق ومن الجدول السابق يتضح أن كية الشراء المثلى أو الكمية الاقتصادية للشراء عندما تتساوى تكلفة التوريد مع تكلفة الاحتفاظ بالمخزون :

السياسة	تكلفة التوريد	تكلفة الاحتفاظ بالمخزون
ا	٣٠ ج	١٢٠ ج
ب	٦٠ ج	٦٠ ج
حـ	٣٠ ج	١٢٠ ج

أى أننا نستطيع أن نصل إلى معادلة رياضية معتمدين على هذا الاستنتاج الوصول إلى الكمية الاقتصادية للشراء .

$$ت ع \times \frac{ك}{٢} = ت ت \times \frac{ط}{ك}$$

أو :

$$\frac{ت ع \times ك}{٢} = \frac{ت ت \times ط}{ك}$$

أى :

$$٢\ \text{ت ت} \times \text{ط} = \text{ك} \times \text{ت ح} \times \text{ك}$$

$$٢\ \text{ت ث} \times \text{ط} = \text{ك}^{٢} \times \text{ت ح}$$

$$\text{ك}^{٢} = \frac{٢\ \text{ت ت} \times \text{ط}}{\text{ت ح}}$$

$$\text{ك} = \sqrt{\frac{٢\ \text{ت ت} \times \text{ط}}{\text{ت ح}}}$$

أى أن :

الكمية الاقتصادية للطلب

$$= \sqrt{\frac{٢ \times \text{تكلفة أمر إشراء أواحد} \times \text{الطلب الكلى خلال الفترة}}{\text{تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة}}}$$

وبتطبيق ذلك فى الحالة السابقة فإن الكمية الاقتصادية للطلب تكون :

$$\text{الكمية الاقتصادية للشراء} = \sqrt{\frac{٢ \times ٣٠ \times ٨٠}{٣}}$$

$$= \sqrt{\frac{٤٨٠٠}{٣}}$$

$$= \sqrt{١٦٠٠} = ٤٠\ \text{وحدة}$$

وهى نفس النتيجة التى حصلنا عليها سابقاً حسابياً وبيانياً .

أثر عوامل عدم التأكد :

يلاحظ أن المعادلة السابق عرضها والتى بواسطتها يمكن الحصول على الكمية

الاقتصادية للشراء تفترض أن الطلب الكلى على الأصناف المختلفة المطلوب شراؤها وغيرها من العوامل المكونة للمعادلة مثل تكلفة التخزين وتكلفة التوريد الخ ثابتة لا تتغير عند حساب الكمية الاقتصادية للشراء . هذا طبعاً يخالف الحقيقة وهى أنه فى الواقع العملى قد يختلف كثيراً الطلب على الأصناف عن الطلب الأصلى الذى تم على أساسه حساب الكمية الاقتصادية للشراء .

فنى المثال السابق عرضه تم افتراض أن الطلب الكلى خلال العشرين يوم عبارة عن ٨٠ وحدة . ولكن إذا فرض وكان هذا أحسن تنبؤ بخصوص الطلب ولكن أيضاً فى نفس الوقت نعتقد أن الطلب الفعلى قد يكون أكبر أو أقل من ٨٠ وحدة .

ماذا نفعل فى هـذا الوضع ؟ نحتاج هنا إلى عمـل تحليـل حساسية Sensitivity Test لكى نحدد كيف تختلف الكمية الاقتصادية للشراء وذلك إذا اختلف الطلب الكلى على هذا الصنف عن ٨٠ وحدة فى العشرين يوم .. لنفرض أن الطلب الكلى أصبح ٤٥ وحدة بدلا من ٨٠ وحدة سنجد أن الكمية الاقتصادية للشراء سوف تنخفض من ٤٠ وحدة إلى ٣٠ وحدة أى بمقدار ٢٥٪ وهى تغيير محدود يمكن تجاهله . وعلى العكس إذا أصبح الطلب الكلى على هذا الصنف ١٢٥ وحدة بدلا من ٨٠ وحدة فإن الكمية الاقتصادية للشراء سوف تزداد من ٤٠ وحدة إلى ٥٠ وحدة أى بمقدار ٢٥٪ وهى تغيير محدود يمكن تجاهله .

الطلب الكلى على الصنف	الكمية الاقتصادية للشراء
٨٠ وحدة	٤٠ وحدة
٤٥ وحدة	٣٠ وحدة
١٢٥ وحدة	٥٠ وحدة

مما سبق يلاحظ أن التغيير فى الكمية الاقتصادية للشراء لن يكون كبيراً إذا حدث واختلف الطلب الكلى الفعلى على الصنف عن لطلب الكلى الذى بناء عليه تمْ حساب الكمية الاقتصادية للشراء . وبذلك يتضح أنه إذا حدث خطأ بسيط

Minor error فى التنبؤ بالطلب عــلى الصنف فى الفترة القادمة فإن الكمية الاقتصادية للشراء لن تتغير بمعدل كبير وبالتالى فمن الناحية العملية تعد معادلة الكمية الإقتصادية للشراء مفيدة جداً .

تحــديد مواعيد الشراء :

طبيعى أنه يتم إصدار أمر الشراء بفترة مناسبة بحيث تصل الأصناف المطلوبة قبل أن ينفد المخزون الحالى من الصنف . معنى ذلك أن فترة التوريد أو التسليم هى التى تحدد بالإضافة إلى معدلات الاستهلاك من هذا الصنف حتى نقوم بإصدار أمر الشراء . أى أن هناك عاملين هما :

١ — فترة التوريد أو التسليم .

٢ — معدلات الاستهلاك من هذا الصنف .

مما يعقد المشكلة أن البيانات المتاحة بخصوص هذين العاملين لا تكون مؤكدة وبالتالى معنى ذلك أننا نتعامل مع ظروف عدم التأكد .

غير أنه للتبسيط حالياً فإننا سوف نؤجل الكلام عن ظروف عدم التأكد ونفترض الآن أننا نتعامل مع ظروف أكيدة بخصوص فترة التوريد وأيضاً معدلات الاستهلاك من هذا الصنف .

فإذا فرض أن :

١ — أن المخزون الحالى سينفد بعد عشرة أيام من الآن . ذلك طبقاً لمعدلات الاستهلاك .

٢ — أن الأمر يحتاج إلى ٣ أيام وذلك للحصول على الصنف من الموردين .

طبقاً لذلك فإننا نقوم بطلب هذا الصنف بعد سبعة أيام من الآن .

نقطة إعادة الشراء :

يتم التعبير عن مستويات التخزين عملياً بما يسمى نقطة إعادة الشراء وهى تلك النقطة (مستوى المخزون) التى عندها نقوم بطلب أصناف جديدة . لكى تحدد

نقطة إعادة الطلب يحتاج الأمر إلى تحديد فترة لتسليم . لنفرض أن هذه الفترة ثلاثة أيام . أيضاً نحتاج إلى معرفة متوسط السحب أو الاستهلاك من هذا الصنف فى اليوم . لنفرض أن هذا المتوسط عبارة عن ٤ وحدات فى اليوم .

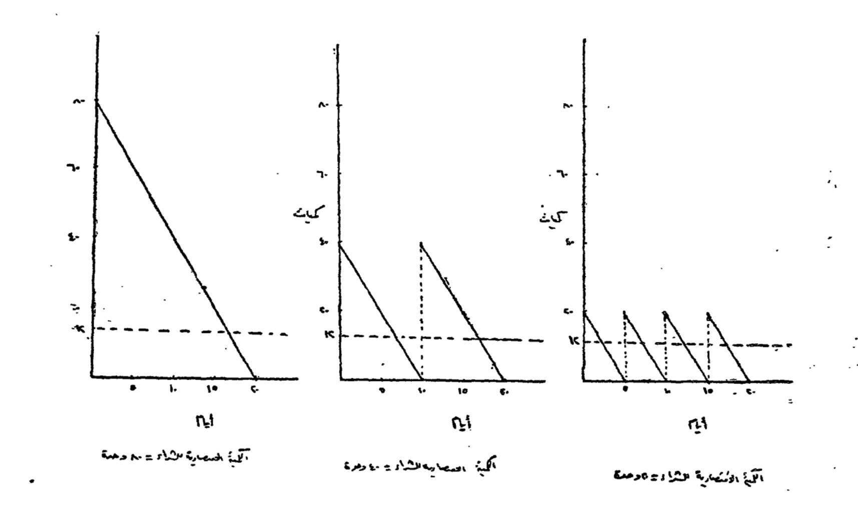
هنا يتطلب الأمر أن يكون لدينا من هذا الصنف احتياجات ثلاثة أيام عندما تصدر أمر الشراء وذلك لكى تصل الأصناف المطلوبة قبل الوصول إلى نقطة الصفر . هنا مستوى المخزون يكون :

٣ × ٤ = ١٢ وحدة

ويمكن التعبير عن ذلك رياضياً باستخدام المعادلة الآتية :

مستوى إعادة الطلب = معدلات السحب أو الاستهلاك × فترة التسليم أو التوريد

وفى الأشكال الآتية تقدم مستويات إعادة الطلب فى ظل الكميات الاقتصادية المختلفة ويتبين منها جميعاً أن مستوى إعادة الطلب واحد بالنسبة لها جميعاً .



الكمية الاستعارية للشراء = ٨٠ وحدة

الكمية الاستعارية للشراء = ٤٠ وحدة

الكمية الاستعارية للشراء = ٢٠ وحدة

الحماية ضد نفاذ المخزون :

فى المعادلات السابقة افترضنا أننا متأكدين بالنسبة لمعدلات الطلب أو الاستهلاك وأيضاً بالنسبة لفترة التسليم أو التوريد . ولكن فى الحياة العملية نجد أن هذا الافتراض غير سليم مطلقاً وبالتالى لكى تحمى المنشأة المنتجة نفسها أو أيضاً المستهلك لكى يحمى نفسه فإن الأمر يتطلب بالإحتفاظ برصيد من المخزون وذلك لكى يقابل مخاطر نفاذ المخزون بسبب :

١ — اختلاف فترة التسليم عن الفترة المتوقعة .

٢ — اختلاف معدلات الاستهلاك عن المعدلات المتوقعة .

ويلاحظ أن نفاذ المخزون أمر غير مرغوب فيه حيث أن ذلك معناه فقد جزء من العملاء وتعطل العمليات الإنتاجية وبالتالى فإن هناك أسلوبين لحل هذه المشكلة . يتلخص الأسلوب الأول فى إقناع العملاء بالإنتظار لحين الحصول على الصنف من الموردين وهذا قليلا ما يكون أسلوباً فعالا وخصوصاً فى الأحوال التى يتوافر فيها بدائل لهذا الصنف أو الصنف نفسه لدى المنافسين . أما الأسلوب الثانى فهو أن يقوم المنتج بالإحتفاظ بقدر من المخزون وذلك لمقابلة عوامل عدم التأكد بخصوص معدلات الطلب أو مواعيد التسليم . يسمى هذا القدر من المخزون بمخزون الإحتياطى أو مستوى الأمان . Safety Stock وطبيعى أن يختلف مقدار هذا الإحتياطى حسب طبيعة الصنف ومقدار الخسارة التى تعود على المنشأة فى حالة نفاذ المخزون . أى أن هناك مقارنة بين تكلفة الإحتفاظ بهذا الإحتياطى فى شكل رأس مال عاطل وتكاليف تخزين وبين الخسارة التى تعود على المنشأة فى حالة نفاذ المخزون . كلما زادت الخسارة كلما كان هناك مبرر قوى للإحتفاظ بالمخزون من الإحتياطى أما إذا كانت هذه الخسارة محدودة فإن لا مبرر لتحمل تكلفة الإحتفاظ باحتياطى من المخزون .

حالة عدم تأكد الطلب :

سنقوم فى هذا الجزء بتناول الحالة التى فيها نتوقع عدم ثبات الطلب فى فترة

التسليم وأيضاً تجاهل الافتراض بأن هذا الطلب مؤكد . لنفرض أن الطلب قد يكون ٨ أو ١٢ أو ١٦ أو ٢٠ وحدة . فكلا هذه الكميات يجوز تم طلبها فى فترات التسليم فى الماضى وبناء على ذلك نتوقع أن يتم طلب أى منها فى الفترة القادمة للتسليم . أيضاً من واقع خبرة الماضى كانت معدلات حدوث هذا الطلب فى فترات التسليم المختلفة كما هو مبين فى الجدول الآتى :

الكميات التى تم طلبها فى فترات التسليم	التكرار
٨	١٥
١٢	٦٠
١٦	٢٠
٢٠	٥
	١٠٠

وإذا اعتمدنا على التكرار فى الماضى كأساس لحساب احتمالات حدوث هذه الحوادث فى المستقبل فإننا نصل للجدول الآتى :

كميات الطلب فى فترات التسليم	الاحتمال
٨	١٥٪
١٢	٦٠٪
١٦	٢٠٪
٢٠	٥٪

ويلاحظ إذا تم تقدير فترة التسليم بثلاثة أيام ومعدلات الطلب المتوقعة اليومية ٤ وحدات فإن المخزون لن يصل إلى الصفر إذا كان الطلب الفعلى ٨ وحدات أو ١٢ وحدة ولكن الأمر يختلف إذا حدث وأصبح الطلب الفعلى ١٦ أو ٢٠

وحدة فإن المخزون سيصل إلى الصفر قبل وصول الوحدات الجديدة من الموردين. وبالتالى ستقابل المنشأة مشاكل نفاذ المخزون وعدم مقابلة طلبيات الموردين .

هنا الاحتفاظ بمخزون الأمان سوف يمنع وصول المخزون إلى الصفر فى حالة وصول الطلب إلى ١٦ أو ٢٠ وحدة قبل ورود الوحدات المشتراة من الموردين . فمثلا إذا تم تحديد مخزون الأمان بمقدار ٨ وحدات فإن ذلك سوف يحقق مقابلة جميع طلبات العملاء حتى ولو وصل الطلب إلى أعلى مستوى له وهو ٢٠ وحدة خلال فترة التسليم .

تكاليف الاحتفاظ بالاحتياطى :

تكلفة نفاذ المخزون :

كما سبق أن بينا هنـــاك تكلفة تتحملها المنشأة بسبب الاحتفاظ باحتياطى لمخزون وكلما زاد هذا الاحتياطى كلما زادت التكلفة . وأيضاً كلما زاد الاحتياطى كلما قلت احتمالات نفاذ المخزون وبالتالى قلت التكلفة التى تتحملها المنشأة بسبب نفاذ المخزون .

يلاحظ أن الحجم الأمثل من الاحتياطى هو ذلك الذى يحمل المنشأة أقل تكلفة ممكنة وفى نفس الوقت يحميها ضد خسارة نفاذ المخزون .

أى أننا يجب أن نقوم بمعرفة الخسارة والتكلفة التى قد تتحقق للمنشأة عند مستويات مختلفة لاحتياطى المخزون ونقارن ذلك مع تكلفة الاحتفاظ بهـــذا المخزون نفسه . بمعنى آخر نرغب فى تحديد تكلفة الاحتياطى وأيضاً تكلفة نفاذ المخزون .

نعبر عن ذلك فى شكل شجرة القرارات . فيما تم تحديد ثلاثة بدائل :

(ا) عدم الإحتفاظ بأى إحتياطى من المخزون .

(ب) الإحتفاظ فقط بأربع وحدات كإحتياطى من المخزون .

(حـ) « « بثمانية « « « « .

عند كل بديل من هذه البدائل هناك أربعة حوادث ممكنة :

١ — أن يكون الطلب ٨ وحدات وذلك احتماله ١٥ ٪

٢ — » » » ١٢ وحدة » » ٦٠٪

٣ — » » » ١٦ وحدة » » ٢٠٪

٤ — » » » ٠ وحدة » » ٥ ٪

بعد ذلك قمنا بتحديد الطلب الغير ممكن مقابلته فى حالة الإحتفاظ فقط بـ ١٢ وحدة خلال فترة التسليم وكذلك تكلفة عدم مقابلة هذا الطلب إذا كانت الخسارة من فقد وحدة واحدة عبارة عن ٢٠ ج . نعبر عن ذلك فى الشكل الآتى :

البدائل	الاحتمال	الطلب الفعلي	الطلب المفقود	الخسارة
صفر	١٥و	٨	صفر	صفر
	٦٠و	١٢	صفر	صفر
	٢٠و	١٦	٤	٨٠
	٥و	٢٠	٨	١٦٠
٤ وحدات	١٥و	٨	صفر	صفر
	٦٠و	١٢	صفر	صفر
	٢٠و	١٦	صفر	صفر
	٥و	٢٠	٤	٨٠
٨ وحدات	١٥و	٨	صفر	صفر
	٦٠و	[illegible]	صفر	صفر
	٢٠و	١٦	صفر	صفر
	٥و	٢٠	صفر	صفر

ويلاحظ من الشكل السابق أن الخسارة المتوقعة عند كل مستوى إحتياطى

الإحتفاظ باحتياطى قدره صفر :

الخسارة المترقعة = صفر + صفر + ١٦ + ٨

= ٢٤ ج

(ب) الإحتفاظ باحتياطى قدره ٤ وحدات :

الخسارة المتوقعة = صفر + صفر + صفر + ٤

= ٤ ج

(حـ) الإحتفاظ باحتياطى قدره ٨ وحدات :

الخسارة المتوقعة = صفر + صفر + صمر + صفر

= صفر

والجدول التالى يلخص هذه النتائج :

الكمية الاقتصادية للشراء	عدد مرات الشراء	مستوى إعادة الشراء	إحتياطى المخزون	الخسارة المتوقعة لفقد عملاء للأمر الواحد	الخسارة خلال المدة	تكلفة الاحتياطى	جملة تكلفة الإحتياطى
٤٠ وحدة	٢	١٢	صفر	٢٤ ج	٤٨ ج	صفر	٤٨ ج
٤٠ وحدة	٢	١٢	٤	٤ ج	٨ ج	١٢	٢٠ ج
٤٠ وحدة	٢	١٢	٨	صفر	صفر	٢٤	٢٤ ج

ويلاحظ من الجدول أعلاه أن أحسن مستوى للإحتياطى هو عند الإحتفاظ بأربع وحدات حيث عنده تتحمل المنشأة أقل تكلفة ممكنة

تطبيقات

١ — إذا فرض أن إحدى المنشآت قامت بتحديد الكمية الإقتصادية للشراء على أساس ١٠٠ وحدة لإحتياجات الطلب فى الفترة القادمة . قامت وحدة دراسة السوق للمنشأة بتحديد إحتمالات الطلب فى الفترة القادمة كما يلى :

الطلب	الإحتمال
٦٠	١٠٪
٨٠	٤٠٪
١٠٠	٥٠٪

المطلـــوب :

- حساب الربح المتوقع والفرصة المضاعة المتوقعة .

---

٢ — ترغب إحدى دور النشر فى تحديد عدد النسخ الواجب شراؤها من إحدى الكتب . قام مدير التسويق لديه بتحديد البيانات التالية بخصوص الطلب المتوقع على هذا الكتاب :

الطلب	الإحتمال
١٠٠	١٠٪
٢٠٠	٢٠٪
٣٠٠	٤٠٪
٤٠٠	٣٠٪

أمام هذه المنشأة أربعة بدائل بخصوص الكمية الاقتصادية هى .

١٠٠ وحدة — ٢٠٠ وحدة — ٣٠٠ وحدة — ٤٠٠ وحدة

وإليك البيانات الإضافية الآتية :

— سعر بيع النسخة الواحدة ١٠ ج .

— تكلفة الحصول على النسخة الواحدة ٦ ج .

— النسخ الغير مباعة لا قيمة لها .

— يمكن تجاهل تكاليف الإحتفاظ بالمخزون أو تكاليف الشراء .

المطلـــوب :

(ا) بناء شجرة لقرار الكمية الاقتصادية للشراء وتحديد الربح المتوقع من كل بديل وأيضاً الفرصة المضاعة المتوقعة .

(ب) إذا كانت النسخ الغـــير مباعة يمكن بيعها فى أوكازيون بمبلغ ٢ جنيه للوحدة . هل يؤثر ذلك على الإجابة عن البند (ا) أعلاه ؟

---

٣ — إفرض فى المثال المحلول فى هذا الفصل أن تكاليف الإحتفاظ بالمخزون للوحدة عن الفترة ٢٠ يوم قد زادت من ٣ ج إلى ١٢ ج هل هذا سيؤدى إلى زيادة أو إلى إنخفاض الكمية الإقتصادية للشراء ؟

---

٤ — إفرض فى المثال المحلول فى هذا الفصل أن تكاليف الشراء (التوريد) قد زادت بالنسبة لأمر الشراء الواحد من ٣٠ ج إلى ١٢٠ ج هل هذا سيؤدى إلى زيادة أو إلى إنخفاض الكمية الإقتصادية للشراء ؟

---

٥ — فى مسألة دار النشر رقم ٢ فى هذا الفصل إفرض أن الطلب الكلى على هذا المؤلف للسنة كانت ٥٠٠ نسخة .

المطلـــوب :

تحديد الكمية الإقتصادية للشراء وعدد أوامر التوريد إذا كان :

— تكلفة الإحتفاظ بالمخزون للنسخة الواحدة فى السنة عبارة عن جنيه .

— تكلفة أمر الشراء الواحد عبارة عن ٦ جنيهات .

والمطلوب أيضاً :

(أ) ما هى تكلفة الإحتفاظ بالمخزون وتكلفة التوريد عند الكميات ٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠ وحدة ؟

(ب) ما هى الكمية الإقتصادية للشراء ؟

(حـ) المطلوب تطبيق معادلة الكمية الإقتصادية للشراء لتحديد العدد الأمثل لأوامر التوريد .

---

٦ — فى المثال السابق حله فى هذا الفصل . إفرض أن فترة التسليم كانت ٥ أيام بدلا من ٣ أيام . ما هى نقطة إعادة الشراء ؟

---

٧ — فى المسألة الخاصة بدار النشر المعطاة أعلاه ، الطلب السنوى ٣٠٠ نسخة وعدد أيام السنة ٣٦٥ يوم .

— ما هى معدلات الطلب اليومى ؟

— إذا كانت فترة التوريد ١٢ يوم . ما هو مستوى إعادة الطلب ؟

---

٨ — فى مسألة دار النشر . المطلوب تحديد مقدار إحتياطى المخزون لمقابلة خطر نفاذ المخزون .

— الطلب واحتمالاته فى فترة التسليم معطى فى الجدول التالى .

— تكلفة نفاذ المخزون (الخسارة) للنسخة الواحدة ٤ جنيهات .

الطلب فى خلال فترة التسليم	الاحتمالات
٥ وحدات	١٠٪
١٠ وحدات	٤٠٪
١٥ وحدة	٣٠٪
٢٠ وحدة	٢٠٪

المطلوب :

(أ) بناء شجرة والحصول على الخسارة المتوقعة من نفاذ المخزون عند إحتياطى صفر أو ٥ أو ١٠ وحدات .

(ب) عمل جدول يوضح فيه الإحتياطى الأمثل .

المراجـــع الأساسية

1. R.Ackoff, & M.Sas'eni, Fundmentas of Operations Research, John Wiley, & Sons, Inc. New York, 1968.

2. H. Bierman etal., Qnantitative Analysis for Business Decisions, Irwin New York, 1973.

3. F, Buduick, et al. Principles of Operations Research for Management, Richard Irwin, Us. A., 1977.

4. R. Cooper, Introduction to Queuing Theory, Macmillan, New York, 1972.

5. W. J. Fabrycky, et. al. Industrial Operat'ons Research, Prentice-Hal l, New Jersey, 1972.

6. J. FitzGerald et. al., Furdmentals of Systems Analysis, Wiley, Loondon, 1973.

7. I, Hein, The Quantiative Approach to Managerial Decisions, 1972.

8. L. Lapin, Quantitative Methods for Business Decisions, Harcourt, New York, 1976.

9. J. Mckinsey, Introduction to the theory of Games, NcGrawill, New York, 1966.

10. C. McMillan, Systems Analysis, Homewocd, 1968.

11. H. Raiffa, Decisions, Analysis Addisor, Massach., 1968.

12. J. Riggs et al., Introductin to operations Research, McGrawhill Book Co., New York, 1975.

13. G. Thompson, Management Science, McGrawhill. Co., New York, 1976.

14. J. Wiest & F. Levy, A Management Guide to PERT/CPM, Prentice—Hall, New York, 19(9.

